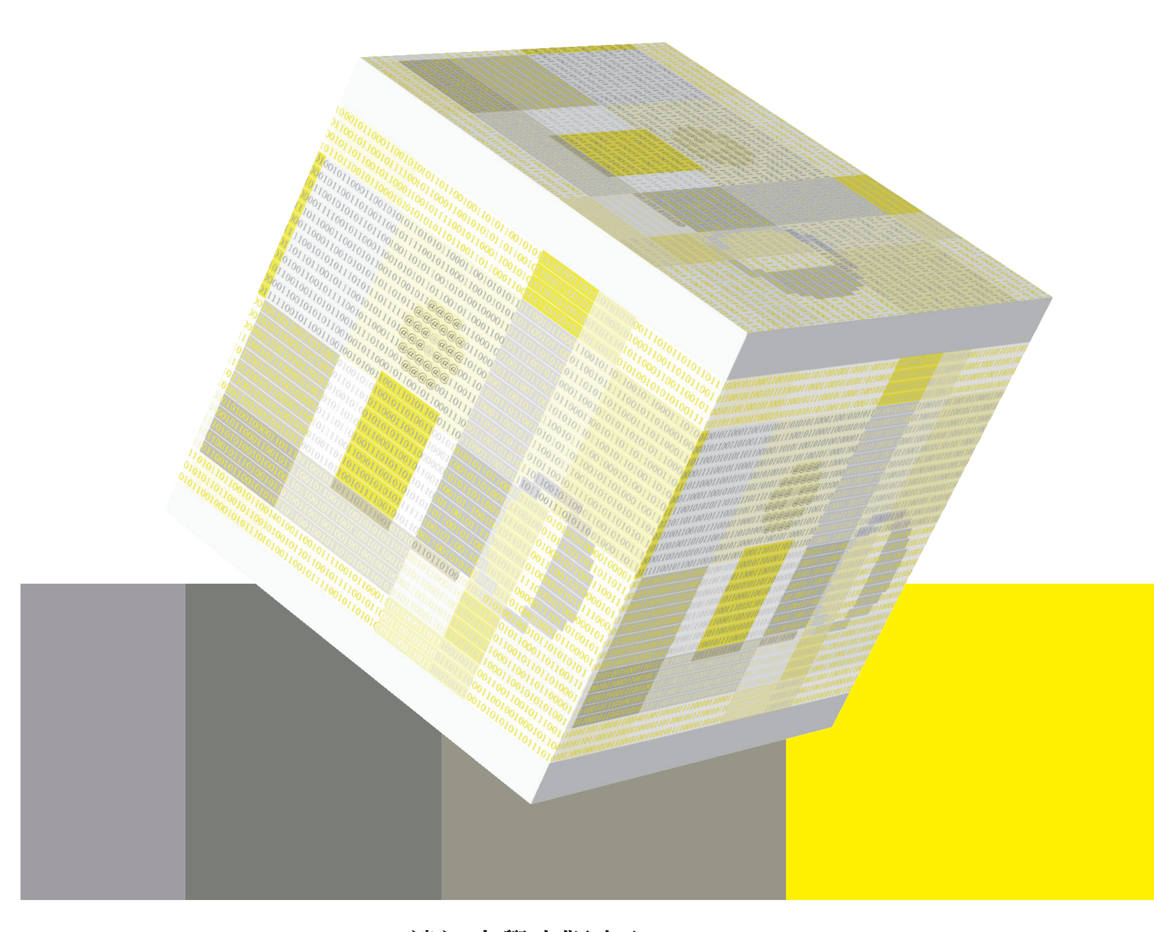
JoEMLS
DOI:10.6120/JoEMLS
CODEN: CYTHD5 ISSN 1013-090X

教育資料與圖書館學

JOURNAL OF EDUCATIONAL MEDIA &
LIBRARY SCIENCES

第五十一卷 第四期 二〇一四年夏季號
Vol. 51, No. 4, Summer 2014

教育資料與圖書館學 JOURNAL OF EDUCATIONAL MEDIA & LIBRARY SCIENCES Vol. 51, No.4, Summer 2014



淡江大學出版中心



教育資料與圖書館學，始於1970年3月創刊之**教育資料科學月刊**，其間於1980年9月更名為**教育資料科學**，改以季刊發行。自1982年9月起易今名，而仍為季刊，每年冬(1月)、春(4月)、夏(7月)與秋季(10月)各出刊一期，合為一卷。現由淡江大學出版中心出版，淡江大學資訊與圖書館學系和覺生紀念圖書館合作策劃編輯。本刊為國際學術期刊，2008年獲國科會學術期刊評比為第一級，並廣為海內外知名資料庫所收錄(如下英文所列)。

The JOURNAL OF EDUCATIONAL MEDIA & LIBRARY SCIENCES *(JoEMLS)*, published by the Tamkang University Press and co-published with the Department of Information & Library Science (DILS) and Chueh Sheng Memorial Library, was formerly the ***Bulletin of Educational Media Science*** (March 1970 – June 1980) and the ***Journal of Educational Media Science*** (September 1980 – June 1982). The *JoEMLS* has been a quarterly as well as a new title since September 1982, appearing in Winter, Spring, Summer and Fall issues.

The *JoEMLS* is indexed or abstracted in

Chinese Electronic Periodicals Service (CEPS)
Directory of Open Access Journal (DOAJ)
H.W. Wilson Database
Index to Chinese Periodicals
Library, Information Science & Technology Abstract (LISTA)
Library & Information Sciences Abstracts (LISA)
Library Literature & Information Science (LLIS)
Public Affairs Information Services (PAIS)
Scopus
Taiwan Social Sciences Citation Index (TSSCI)
Ulrich's Periodicals Directory

教育資料與圖書館學 封面意義：躍升於紙本印象上的數位與網路化圖書資訊圖騰。
The cover design of ***JoEMLS*** signifies:
L (Librarianship); **I** (Information Technology); **B** (Bibliophile and the Book trade)

教育資料與圖書館學
JOURNAL OF EDUCATIONAL MEDIA & LIBRARY SCIENCES

JoEMLS 編輯政策

本刊係採開放存取（Open Access）與商業資料庫付費途徑，雙軌發行之國際學術期刊，兼具電子版與紙本之平行出版模式。本刊除秉持學術規範與同儕評閱精神外，亦積極邁向InfoLibrary寓意之學域整合與資訊數位化理念，以反映當代圖書資訊學研究趨勢、圖書館典藏內容與應用服務為本；且以探討國內外相關學術領域之理論與實務發展，包括圖書館學、資訊科學與科技、書業與出版研究等，並旁及符合圖書資訊應用發展之教學科技與資訊傳播論述。

Open Access 典藏政策

*JoEMLS*向來以「綠色期刊出版者」（Green Publisher / Journal）自居，同意且鼓勵作者將自己投稿至*JoEMLS*之稿件，不論同儕評閱修訂稿與否，都能自行善加利用處理，但希望有若干限制：

(1) 勿將已刊登之修訂稿（post-print）再自行轉為營利目的之使用；
(2) 典藏版以期刊排印之PDF檔為首選；
(3) 任何稿件之典藏版本皆須註明其與*JoEMLS*之關係或出版後之卷期出處。

JoEMLS Editorial Policy

The *JoEMLS* is an Open Access (OA) Dual, double-blind reviewed and international scholarly journal dedicated to making accessible the results of research across a wide range of Information & Library-related disciplines. The *JoEMLS* invites manuscripts for a professional information & library audience that report empirical, historical, and philosophical research with implications for librarianship or that explore theoretical and practical aspects of the field. Peer-reviewed articles are devoted to studies regarding the field of library science, information science and IT, the book trade and publishing. Subjects on instructional technology and information communication, pertaining to librarianship are also appreciated. The *JoEMLS* encourages interdisciplinary authorship because, although library science is a distinct discipline, it is in the mainstream of information science leading to the future of **InfoLibrary**.

Open Access Archiving

The *JoEMLS*, as a role of "OA green publisher/journal", provides free access onlined to all articles and utilizes a form of licensing, similar to Creative Commons Attribution license, that puts minimal restrictions on the use of *JoEMLS*'s articles. The minimal restrictions here in the *JoEMLS* are:

(1) authors can archive both preprint and postprint version, the latter must be on a non-commercial base;
(2) publisher's PDF version is the most recommend if self-archiving for postprint is applicable; and
(3) published source must be acknowledged with citation.

教育資料與圖書館學

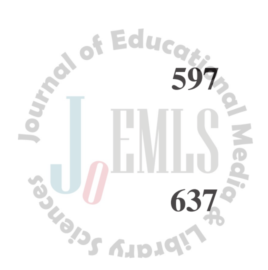
第51卷　第4期　二〇一四年夏季號

目　次

JOURNAL OF EDUCATIONAL MEDIA & LIBRARY SCIENCES

Volume 51 Number 4 Summer 2014

Contents



http://joemls.tku.edu.tw

Journal of Educational Media & Library Sciences 51 : 4 (Summer 2014) : 495-497
DOI:10.6120/JoEMLS.2014.514/editorial



EDITORIAL

In Memory of Prof. Chang C. Lee

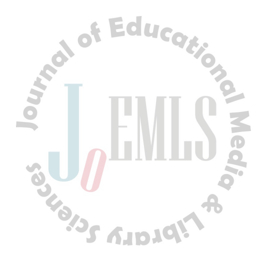
Former Chief English Editor of our *Journal of Educational Media and Library Sciences (JoEMLS)*, Professor Chang C. Lee, passed away at Florida, USA, on 31 May 2014, aged 80. A memorial service was held in June for local overseas Chinese to attend. Professor Lee had been working on library administration at University of Central Florida, and before Volume 40 Issue 4, 2003, he had been acting as Chief English Editor of our journal for almost twenty years, assisting in calling for international papers, reviewing manuscripts and undertaking liaison jobs for publishing. Professor Lee had worked his best for calling for American manuscripts and promoting academic communications. He made a great contribution not only to the steady development of our journal, but also to our goal of becoming an international journal.

Professor Lee graduated from Department of Journalism, National Cheng-Chi University, Taiwan, and arrived at Florida State University in 1967 for graduate studies. He received a master degree on Library Science and a doctoral degree on Higher Education. During his more than 40-year career in USA, he had been taking good care of oversea students from Taiwan and China. During his decade-long career, he had worked as professor and library director at several universities, actively participated and lead in local overseas Chinese community activities and services, and was elected as the President of Chinese-American Librarians Association (CALA) in 1979. Professor Lee had ever returned to Taiwan for one year, working as Visiting Scholar at Department of Educational Media Science, Tamkang University, as well as at National Cheng-Chi University. Even after he retired and left the position of our Chief English Editor, he still offered a great help for the successor Chief Editor to take over the job smoothly. His unreserved caring and contribution, as well as his elderly kindly demeanor, will be missed forever.

In this Volume 51 Issue 4, four articles were published from twelve, and eight were rejected, with a rejection rate of 66.67%. Nine articles were still at their review stage. The *JoEMLS* will adopt *APA, Chicago (Turabian) and Romanization of Referencing Styles for Chinese Academic Writing*, published by Tamkang University Press, for facilitating the editing of translated bibliographies. The book with scientific theories and practical regulations addressed inside is expected to be a great help for Taiwan's scholars in humanities and social sciences, academic journal editors, and academic database providers.

Four articles published in this issue include “Effects of Online Student Question-Generation with Multiple Procedural Guides on Elementary Students’ Use of Cognitive Strategies and Academic Achievement” by Fu-Yun Yu and Yi-Shiuan Lai, “The Effects of Inquiry-Based Integrated Information Literacy Instruction: Four-Year Trends” by Lin Ching Chen, Ren-De Yan, and Tsai-Wei Huang, “Analyses of Research Topics in the Field of Informetrics Based on the Method of Topic Modeling” by Sung-Chien Lin, and “Review of the Development of Learning Analytics Applied in College-Level Institutes” by Ken-Zen Chen. Thanks for your manuscript submission, understanding and patience, for us to be able to admire outstanding academic demeanor.

Jeong-Yeou Chiu
JoEMLS Chief Editor



教育資料與圖書館學　51 : 4 (Summer 2014) : 495-497
DOI:10.6120/JoEMLS.2014.514/editorial



編者言

紀念 李長堅教授

教育資料與圖書館學季刊（本刊）前英文主編李長堅（Chang C. Lee）教授，今年五月三十一日於美國佛州寓所辭世，享壽八十歲，當地僑社已於六月間舉行追思會。李教授過去在他任職美國中佛羅里達大學（University of Central Florida）圖書館職務上的黃金歲月裡，以十多年的時間擔任本刊英文主編，直至2003年40卷4期止，協助本刊國外稿件徵集、審稿與聯絡發行工作，開拓國外稿源與學術交流不遺餘力，除了促進本刊不斷成長，更為本刊之國際化目標，貢獻卓著。李教授早年畢業於台灣政治大學新聞學系，1967年負笈留學美國，獲得佛羅里達州立大學（Florida State University）圖書館學碩士與高等教育學博士學位，四十多年的移民生活仍秉持愛鄉愛國精神，相當照顧來自故鄉之留學生；在多年的工作上，擔任好幾所大學教授、圖書館長等職，以及熱心參與和領導美國當地社團活動及僑社服務，1979曾任全美華人圖書館協會會長。李教授曾經回台擔任淡江大學教育資料科學學系與政大客座教授一年，即使在其退休後離開本刊英文主編一職，仍鼎力相助，讓後進主編得以順利完成銜接任務，對其無私的提攜奉獻與長者之風範，更是令人感佩和思念。

本卷期（51卷4期）共計處理文章篇數為12篇，收錄其中4篇大作，退稿篇數為8篇，退稿率達66.67%，另外尚未結案篇數仍有9篇之多。本刊未來結合淡江大學出版社所出版發行的 學術期刊羅馬化：*APA*、*Chicago*（*Turabian*）與羅馬化引文格式規範（APA, Chicago（Turabian）and Romanization of Referencing Styles for Chinese Academic Writing）一書，將使得本刊既有的英譯參考書目文獻之編製，更為完善與合宜，而透過該書的理論性與具建設性的規範內容，我們也希望它能帶給台灣的人文社會學學者、學術期刊編輯與學術資料庫業者相當大的助益。

審視本卷期之4篇大作，分別為：于富雲與賴奕嫚發表「網路多元學生出題策略對國小學生認知策略與學習成就之影響」、林菁等三位學者所撰「探究式資訊素養融入課程成效之四年長期研究」、林頌堅探討「以主題模型方法為基礎的資訊計量學領域研究主題分析」，以及陳鏗任發表的「大學院校應用學習分析之概況」鴻文，感謝所有作者們的賜稿、諒解與耐性，讓我們得以親炙學術風範與風采。

邱　炯友
教育資料與圖書館學 主編


Journal of Educational Media & Library Sciences
JoEMLS

教育資料與圖書館學　51 : 4 (Summer 2014) : 499-523
DOI:10.6120/JoEMLS.2014.514/0633.RS.AM



研究論文

以主題模型方法為基礎的資訊計量學領域研究主題分析

林頌堅

摘要

本研究利用主題模型方法發現資訊計量學研究主題的結構，探討主題的逐年與發展以及比較相關期刊。本研究利用檢索自Web of Science資料庫的*Journal of Informetrics*和*Scientometrics*期刊2007到2013年間的論文資料，做為主題模型方法的輸入，推算主題結構的研究資料。研究結果發現主題數量設定為10的主題模型具有最小的混淆度。雖資料範圍與分析方法不同，本研究產生的主題仍可和由專家分析產生的結果相容。實務的案例研究與書目計量指標的測量方式在各年度都較受重視，且整個領域日趨穩定。兩種核心期刊都廣泛地涉及資訊計量學的所有主題，但*Journal of Informetrics*特別著重於書目計量指標的建構與應用，而*Scientometrics*則關注於國家、機構、領域及期刊上的學術生產力評鑑方式與影響因素的探討。

關鍵詞：研究主題分析，資訊計量學，主題模型

緒　論

在圖書資訊學領域的研究範疇裡，應用統計或其他數值方法分析與呈現書目資料、科學記錄、網路記錄或其他資訊活動紀錄等資料，探討人類生產、傳播與使用資訊等活動的特性與規律，向來都是非常重要的一個次領域。由於分析的目的不同，致使研究人員使用不同的研究資料與研究方法，且在論文的撰寫與發表上，採用不同的名稱來稱呼，常見者有書目計量學（bibliometrics）、科學計量學（scientometrics）、資訊計量學（informetrics）（Hood & Wilson, 2001）。隨著人類在網際網路的涉入愈廣與愈深，過去也出現了專門描述與分析在網際網路上資訊行為的網路計量學（webometrics, cybermetrics）（Thelwall, 2009）。雖有各種不同的名稱，但基本上這個領域的研究者大多彼此認為具有相同的專業

世新大學資訊傳播學系助理教授
通訊作者：scl@cc.shu.edu.tw

2014/06/06投稿；2014/08/05修訂；2014/08/05接受

（specialties），進行相同主題的研究，且有專屬的研討會以及期刊，作為學術傳播的管道，形成學術社群。以下為方便行文起見，除了提及各研究時，以引用論文時使用原先的名稱稱呼之外，本研究以涵義較廣的資訊計量學統稱這個次領域。為更加了解這個研究領域近年發展的內涵，本研究嘗試以核心期刊的文字內容，分析這個研究領域內可能的主題以及其發展情形。

Noyons、Moed與Van Raan（1999）和Cobo、López-Herrera、Herrera-Viedma與Herrera, F.（2011）都指出書目計量學的兩個主要研究方向，一為成效分析（performance analysis），也就是根據書目資料評估國家、大學、研究者等群體的表現與他們的影響力，另一為科學映射（science mapping），是指利用科學對映圖呈現科學研究領域的結構與動向，如Börner、Chen與Boyack（2003）上評論的研究。由於資訊計量學本身便是利用分析各學術領域的學術生產與引用活動，探討學術領域的認知與社會特性，因此過去有許多研究便是以資訊計量學領域本身做為分析的對象。

Schoepflin與Glänzel（2001）在探討這個領域是否已成為「硬科學」（hard science）時，認為先前Schubert與Maczelka（1993）和Wouters與Leydesdorff（1994）關於科學計量學是否具有立即效應（immediacy effect）以及經由立即效應形成的研究前沿（research front）等學術傳播現象的研究，都是將這個領域當作一個整體，利用核心期刊*Scientometrics*在一段時間範圍內所有的發表論文資料，根據論文的引用文獻，計算Price指標與平均的引用文獻相對年齡等參考文獻指標進行分析。然而Schoepflin與Glänzel（2001）發現每一年度論文的Price指標和連續出版品比率的中位數皆明顯大於期刊整體的數據，表示許多論文比整體期刊呈現的情形來得「硬」。從這種現象，他們推論在科學計量學領域裡來自不同學科背景的研究者有各自不同的傳播、引用和發表方式，使得這個科際整合的領域趨向多元發展，而顯得充滿異質（heterogeneous）。因此，研究科學計量學的發展與其在學術傳播上的特性時，有必要先確認研究領域的研究主題，再針對各種主題進行分析。

Schoepflin與Glänzel（2001）進一步將研究的論文資料分類為六個主題，統計各個主題論文數量的占有率變化以及各項參考文獻指標。六個主題分別是：1.書目計量學理論、數學模型與書目計量學定律的公式化（bibliometric theory, mathematical models and formalisation of bibliometric laws）；2.案例研究與實務論文（case studies and empirical papers）；3.方法學論文包含應用（methodological papers including applications）；4.指標工程與資料呈現（indicators engineering and data presentation）；5.書目計量學中的社會學取向，科學社會學（sociological approach to bibliometrics, sociology of science）；6.科學政策、科學管理與廣泛或技術討論（science policy, science management and general or technical discussions）。

這個研究的結果發現：在研究的時間範圍內，案例與方法學有明顯與穩定的成長，但社會學取向和科學政策的論文數量減少，且各種主題類別的論文在Price指標、參考文獻為連續出版品的比率、參考文獻的平均年齡和平均引用的參考文獻比率等各項指標值上差異都很大，特別是科學政策。而各年度計算得到的參考文獻指標值，受到當時主題類別主要占有率的影響，例如科學政策在1980年是占有率最大的主題類別，當這個主題的論文數量在1989和1997年大幅減少後，所得到的期刊整體指標值便和1980年有很大不同。

Glenisson、Glänzel、Janssens與De Moor（2005）對於*Scientometrics*期刊2003年論文進行的研究，援引了Schoepflin與Glänzel（2001）的六個類別，加上近年興起的網路計量學後，重新歸類為：科學計量學先進議題（Advances in Scientometrics）、實務論文與個案研究（Empirical papers/case studies）、數學模型（Mathematical models）、政策議題（Political issues）、社會學方法（Sociological approaches）以及資訊計量學與網路計量學（Informetrics/Webometrics）等六類。用上述的分類為基礎，同時也利用詞語共現分析（co-word analysis）及書目計量指標了解各個類別的特性。科學計量學的先進議題相關論文，除了少數例外，大部分論文的平均參考文獻年齡在5到15年間，參考文獻為連續出版品的比例約佔50%到90%間；且這類論文經過詞語共現分析產生的叢集結果則分散在多個叢集，主要的兩個叢集分別傾向於書目計量學指標和資訊計量學法則的方法學研究。實務性論文可依據它們的參考文獻的連續出版品所占部分分為兩群，較低一群與政策相關研究具有類似的特徵；實務性論文的詞語共現分析所呈現的結果，除了與社會學、政策到科技創新等許多相關主題形成的一個巨大叢集，另一個叢集上的論文大多與國家和機構方面或科學領域的個案研究有關，還有一個叢集的論文數較少，則是有關於共被引分析（co-citation analysis）以及其他引用統計的分析。網路計量學和其他網路相關議題的論文集中於一個叢集，其參考文獻具有低相對年齡以及大多為連續出版品等特徵。從上述的分析，Glenisson等人（2005）認為科學計量學目前主要的兩個面向是基於科學計量學標準技術的方法學研究和擴展傳統書目計量學範圍的實務研究。

Dutt、Garg與Bali（2003）則將*Scientometrics*期刊上1978到2001年發表論文資料的主題，分為科學計量評估（scientometric assessment）、引用與叢集分析（citation and cluster analysis）、科學計量分布（scientometric distribution）、科學史（history of science）、科學合作（scientific collaboration）、科學計量學理論研究（theoretical studies on scientometrics），不在上述主題的論文則歸類為其他。然後分析這期間論文的主題分布情形。結果發現：論文數最多的主題是科學計量評估，這個現象反映出科學政策的制定逐漸運用科學計量工具的事實，其次是理論研究。在前期（1978~1986年），科學史方面的論文較多，其次是引用與

叢集分析；科學計量分布在前期與中期（1987~1994年）都相當重要，但後期（1994~2001）逐漸減少；後期具有最重要地位的主題則是科學合作。

除了利用*Scientometrics*期刊為核心期刊分析資訊計量學領域以外，Egghe（2012）則分析*Journal of Informetrics*的前5卷239篇文章。將239篇文章加以分類，其中引用分析（citation analysis）和h-類型指標（h-type indices）是論文最多的兩個主題，這兩個主題便佔有一半以上的論文。此外，Egghe（2012）也將*Journal of Informetrics*最常引用的30種期刊以及最常被引用的30種期刊彼此間的引用關係繪製成網絡圖。利用圖形呈現相關期刊之間的關連，使得彼此有引用關係的期刊在圖形上形成叢集。從引用關係形成的網路圖可觀察到*Journal of Informetrics*最相近的期刊是*Scientometrics*，兩者都有相當多關於引用分析的論文。其不同在於*Journal of Informetrics*有較多關於模型-理論（model-theoretic）以及網路議題（networking issue）方面的論文；*Scientometrics*則包含許多案例研究（case studies）的論文。

從上述分析可觀察到目前以論文分類進行有關資訊計量學領域的研究，大多是由專家以其對領域的知識來進行分類，然而Chen、McCain、White與Lin（2002）的主題確認結果則是完全以論文的參考資料產生，且呈現為可視的科學映射圖（scientific map）。這項研究以1981到2001年間的*Scientometrics*期刊論文為研究資料，選擇被引用次數達五次以上的參考文獻，共計403筆文獻，根據這些文獻的共被引次數計算Pearson 相關係數（Pearson's correlation coefficients）產生共被引矩陣（co-citation matrix），然後利用主成分分析（principal component analysis）對共被引矩陣進行因素分析（factor analysis），以分析出的因素代表領域的專業。因素分析的結果共計找出25個因素，較大的三個因素分別命名為科學研究中的引用（citations in science studies）、全球與國家的科學表現（world and national science performance）、研究產出的評估（evaluation research outputs）。這種根據期刊論文的資料分析領域主題的方法能夠提供較完整的觀點，以一致的統計演算法進行分析所得到的結果也較客觀。

Chen等人（2002）以論文共同被引用的情形做為關連性估測的方法，語詞的共現分析則是利用相類似研究主題的論文具有相近的語詞分布情形，測量論文之間的關連性，做為確認學術領域研究主題的依據，例如Bhattacharya 與Basu（1998）在凝態物理（Condensed Matter Physics）領域，Ding、Chowdhury與Foo（2001）在資訊檢索領域以及van den Besselaar與Heimeriks（2006）在資訊科學領域等研究。雖然Leydesdorff（1997）認為詞語的意義隨它們與其他詞語關係的頻率及其出現位置，會有所改變，也就是同一個詞語在不同的主題下具有不同的意義。另外，在某一個特定的主題下，具有相同語意的一群詞語可互相替換而不會影響內容的意義，也就是許多論文的研究主題相同但使用不同的

詞語。另外，論文的內容描述研究過程中所有相關的問題、理論、方法、技術與結果，其中自然包含多種研究主題，因此必須能夠確認分析資料中的多種研究主題。直接利用詞語在內容上的共現次數進行分析在處理上述的一詞多義（polysemy）、同義詞（synonymy）以及文件的多重主題等問題上有很大的困難。然而相較於利用參考文獻資料的共被引分析，詞語共現分析方法能應用在沒有被引用關係的論文資料。且共被引分析會因在領域的變動與趨勢以及引用者的行為而變得複雜（Noyons & van Raan, 1998），如同Lu與Wolfram（2012）所指出的，研究人員需要具備相關的領域知識才能判斷結果品質並提出合理解釋。以文字內容為研究資料的分析方法則能夠以意義較明顯的詞語特徵審視產生的結果，在解釋結果方面較具有優勢。

主題模型（topic modeling）方法能夠從文件的文字內容資料發現文件集合內隱藏的主題結構，也就是揭露文件集合中可能具有的各種主題以及每一個文件上的主題比例。主題模型使用LDA（latent Dirichlet allocation）模型描述文件產生的過程（Blei, Ng, & Jordan, 2003），這個模型假設每一筆文件都包含多種主題，可利用主題的機率混合（probabilistic mixture）來表示文件的組成，且每一個主題都是由一組詞彙（vocabulary）上的詞語依據不同機率混合組成。文件上每一個詞語的產生是先從該文件的主題機率混合上挑選一個主題，然後再以主題相對應的詞語機率混合挑選出一個詞語做為產生的詞語。由於LDA主題模型將文件視為各種主題的混合，而每一個主題則視為是詞彙上各個詞語的比例分布，主題結構只和詞語在文件資料上的分布有關，因此資訊檢索研究應用主題模型來解決一詞多義、同義詞與文件的多重主題等問題（Mimno & McCallum, 2007），也開始有將主題模型應用於研究主題確認的研究發表（Griffiths & Steyvers, 2004; Zheng, McLean, & Lu, 2006）。

總結上述分析，主題模型方法在確認學術領域的研究主題上具有下列特性與優點：

1. 主題模型方法產生的結果完全由輸入的論文資料決定。

2. 主題模型方法將每一篇論文視為是由各個主題依不同的比例組成。這樣的結果不會發生每一筆具有多重主題的論文資料硬性地被歸類於某一個主題的情形，避免分類上的困難與錯誤。

3. 針對各個主題，選取主題的機率混合上機率值較大的詞語，配合在這個主題上有較大分布機率的論文，根據意義較明顯的詞語特徵以及論文資料的文字內容來解釋與分析產生的結果。

4. 主題模型方法利用機率分布值來表示產生的主題與論文，很容易應用於進一步需要進行數值計算的處理，例如主題或論文的相關性評估等。

5. 主題模型方法產生的主題呈現為詞語的分布機率，可以比較不同主題在

詞語上的分布異同，也可以透過一組相關詞語在各個主題上的分布了解主題之間的關連，解決複雜的一詞多義問題。

因此應用主題模型確認學術領域的研究主題是相當具有發展潛力與極高應用性的研究方向，然而目前的相關研究大多為方法可行性的探討，實際案例與應用的質量都有待提升，因此本研究將嘗試探討以下的問題：

1.以資訊計量學領域主要期刊的論文內容為研究資料，利用主題模型方法發現期刊論文集合的主題結構，也就是確認資訊計量學領域的主題，從主題包含的詞語了解各主題的涵義，並且根據文件對應的主題機率混合，找出各主題的典型論文。

2.Schoepflin與Glänzel（2001）、Glenisson等人（2005）和Dutt等人（2003）等先前的研究都指出，運用科學計量工具的實務案例分析與對於科學計量學標準技術的方法學研究等主題，在研究時間範圍內的論文數量有明顯而穩定的成長，反之社會學取向、科學史和科學政策等主題的論文數量減少。這些研究都在2005年之前完成，因此多只採用*Scientometrics*期刊的論文資料，本研究嘗試了解2007年*Journal of Informetrics*創刊後到2013年間的資訊計量學領域主題分布與發展情形。

3.Egghe（2012）認為「*Scientometrics*較偏向實務應用而*Journal of Informetrics*較偏向理論」，本研究嘗試根據主題模型方法確認得到的主題，比較兩種期刊主題的整體分布與各年間的發展情形。

二、研究方法

在說明本研究的進行步驟與研究方法前，首先介紹主題模型與文件內容之間的關係：主題模型假定文件集合內共有T個主題，每一個主題由不同的詞語機率組合ϕ_k來表示，ϕ_k是由一個參數為β的Dirichlet分布所產生，且這個機率組合上面的每一個數值表示從這個主題上挑選出某一個特定詞語的機率值。另一方面，如果要產生的文件為d，文件d相對應的主題機率混合稱為θ_d，θ_d上的機率值為文件d上所有主題的分布機率，由另一個參數為α的Dirichlet分布產生。w為文件d裡的某一個詞語，根據從主題混合θ_d中取樣得到的主題z以及其相對應的詞語混合Φ_z所產生。主題模型方法的詳細定義與說明可參見Blei等人（2003）和Griffiths與Steyvers（2004）。

主題模型方法便是希望根據文件的內容推算文件的產生模型，計算出LDA模型裡的各個未知參數ϕ_k和θ_d，發現文件集合內隱藏的主題，且進一步獲得各文件上每個詞語的出現機率。直接推算方式是使用E-M演算法（Expectation-Maximization algorithm; Hofmann, 1999）找到一組Φ和Θ，使得機率值$P(w|\Phi,\Theta)$最大，w是文件資料集合內所有詞語。但這個方法可能會產生局部最

大值（local maxima）。為解決這個問題，許多研究提出各種參數搜尋演算法，其中Gibbs取樣（Gibbs sampling; Griffiths & Steyvers, 2004）具有相對迅速與容易實作等優點，因此本研究便採用Gibbs取樣演算法推算LDA模型裡的參數ϕ_k和θ_d。

㈠期刊論文資料蒐集與處理

本研究首先從WoS資料庫選取*Scientometrics*以及*Journal of Informetrics*兩種期刊在分析時間範圍（2007至2013年間）的所有論文，也就是只選擇文件類型為Article的論文資料。對於取回的論文資料，先檢視TI和AB兩個欄位的資料，去除少數沒有AB欄位資料的論文，然後將兩個欄位的資料合併取出做為論文的文字內容[1]。

每一筆論文資料的文字內容都經過改換為小寫（lower case）、去除標點符號與數值，去除停用詞（stop words）等處理，取出出現的詞語以及其出現頻次，其中停用詞除了利用Smart系統建議的571個停用詞[2]，另外也加入在資訊計量學期刊論文非常高頻率出現的詞語，例如“information”、“research”、“analysis”等。為保留資訊計量學中相當重要的詞語，如“co-citation”、“h-index”等，本研究並沒有對文字內容進行詞幹化（word stemming）。此外，經過對每一篇論文內容進行統計後，常見（大於論文資料總筆數的5%）或罕見（小於論文資料總筆數的1%）的詞語均被刪除，以節省計算資源，加速運算的過程，並使得推算出的主題模型容易獲得解釋。本研究採用R統計分析軟體進行資料處理，利用tm套件（Meyer, Hornik, & Feinerer, 2008）處理文字內容。

㈡決定主題數量

主題模型的參數推算與詞語預測程式同樣以R軟體的topicmodels套件（Grün & Hornik, 2011）撰寫而成，本研究將主題模型中產生詞語機率混合與主題機率混合的參數β與α分別預設為0.01及1.0[3]。

LDA模型還需要考慮主題的個數T，主題個數的選擇會影響結果的解釋。Griffiths與Steyvers（2004）建議採用後驗機率（posterior probability）最高的主題

1 雖目前兩種期刊都能取得電子全文，且全文包含的主題資訊更為豐富而確實。但全文的資料量相當龐大，且在進行主題模型的推算前，需先行針對不同期刊撰寫論文資料蒐集程式，以及解析檔案的PDF格式，過濾本文之外的額外訊息，鑒於本研究的目的主要在於探討主題模型方法的應用，因此僅選擇簡單扼要的題名與摘要做為文字內容，並且從WoS資料庫檢索所需資料，進行適用性探討。

2 Smart系統所列的571個停用詞，可參考http://jmlr.csail.mit.edu/papers/volume5/lewis04a/a11-smart-stop-list/english.stop。

3 考慮單一研究領域不會有太多研究主題，將產生主題機率混合的參數α的值固定為1.0，而不採用topicmodels套件預設的50/T。

個數。許多研究則利用混淆度（perplexity）預測模型的成效，並根據模型的成效決定個數（Blei et al., 2003），愈小的混淆度表示模型的成效愈好。本研究利用混淆度決定最佳的主題數量過程如下：

1. 本研究將蒐集的所有論文隨機分為十份。

2. 進行不同主題數量的混淆度分析：

   2.1 從十份論文資料中，每次輪流保留一份做為測試語料，其餘九份訓練語料用來推算主題模型的參數。

   2.2 應用訓練語料推算出的主題模型，針對保留的測試論文進行詞語預測，計算文件內容的混淆度。

   2.3 計算十個混淆度的平均值。

3. 在計算出各種不同主題數量的平均混淆度後，選取平均混淆度最小時的主題數量做為最佳的主題數量。

4. 以最佳的主題數量為參數，推算最後使用的主題模型。

最後，本研究將應用上述方法所得到的主題模型解決前一節所列出的三個研究問題。

㈢ 確認資訊計量學主題結構

根據主題模型的理論，論文集合內隱含的每一個主題都可表示成一個詞語的機率混合，由在機率混合上的機率值代表每一個詞語出現在相對應主題上的可能性。因此，在完成主題模型推算後，本研究針對每一個主題的詞語機率混合進行排序，選取機率值最大的前十個詞語做為主題的核心詞語，藉以了解每一個主題的涵義。

除了核心詞語以外，為進一步了解主題模型方法產生的主題結構，本研究也定義了各個主題的典型論文，也就是主題有相當高機率會出現的論文，來了解論文上的主題比例。針對每一個主題，本研究以主題出現在每一筆論文資料的可能性進行排序，挑選出機率值最大的前十筆論文資料做為這個主題的典型論文。這些典型論文的題名同樣能夠看出主題的涵義。

特別要加以說明的是Schoepflin與Glänzel（2001）、Glenisson等人（2005）、Dutt等人（2003）和Egghe（2012）等研究先以專家制定主題，然後依據主題對論文進行分類，通常一筆論文資料僅指定一個主題；然而本研究所使用的主題模型方法並不限制論文僅能擁有一個主題，但每一個主題的重要性由它出現在論文的分布機率值大小來決定。相較於Schoepflin與Glänzel（2001）、Glenisson等人（2005）、Dutt等人（2003）和Egghe（2012）等先前研究都以主題包含的論文數量比較主題大小，且討論主題在不同論文集合間的數量發展情形，本研究則透過主題出現在論文集合內的分布機率值比較主題的大小，不同集合之間的比較則以機率值的變化情形進行討論。

㈣ 研究主題的分布與逐年發展情形

研究領域的主題機率混合可定義為所有論文的主題機率混合的平均，愈大的機率值表示這個領域在相對應的主題上有較多的關注與產出。

同樣的情形，每一年論文的主題機率混合可定義為該年度發表論文的主題機率混合的平均。測量不同年度之間主題分布的差異時，可利用對稱式KL差異（symmetric Kullback-Leibler divergence）（Rzeszutek, Androutsos, & Kyan, 2010）。當兩個年度的主題分布相等時，它們之間的對稱式KL差異為0；反之，兩個分布差異愈大，它們之間的對稱式KL差異所獲得的值愈大。本研究將測量不同年度之間主題分布的對稱式KL差異，找出產生變化的年度，並詳細說明主題的發展情形。

㈤ 比較期刊主題特色

最後，計算*Scientometrics*和*Journal of Informetrics*個別在每一年的主題機率混合。本研究將期刊的主題機率混合定義為所屬論文的主題機率混合的平均。比較各個主題在期刊上的出現機率，較大的機率值表示該期刊較為關注相對應的主題，有較多的產出。針對每種期刊在2007到2013年間，選擇出現機率較大的主題進行逐年分析。

三、研究結果

㈠ 論文資料概述

本研究共計選取1,755筆論文資料，*Scientometrics*和*Journal of Informetrics*各為1,374筆和381筆。各出版年度的整體與各期刊的論文數量如圖1所示。2013年*Scientometrics*和*Journal of Informetrics*兩種期刊總計出版的論文數目已超過2007的兩倍，特別是*Journal of Informetrics*在2007年只出版31篇論文，2013年出版93篇論文，已為當年的3倍，由此可見，資訊計量學近年相當受到研究者的矚目。

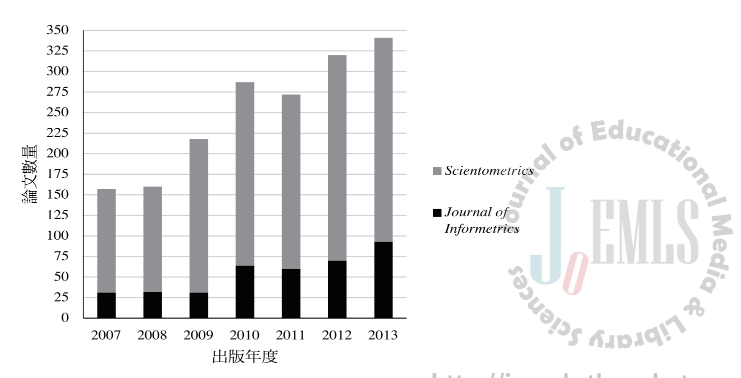


圖1 *Scientometrics*和*Journal of Informetrics*各年度論文數量

經過文字內容處理後，本研究從1,755筆論文文字資料抽取出1,147種詞語，並統計每種詞語出現在每筆論文文字資料的頻次（frequency count）。將論文集合隨機分為十份計算混淆度，根據混淆度的平均值搜尋最佳的主題數量。本研究預設的主題數量為5到100之間，共計20種數量，所得到的混淆度平均值以主題數量設定為10的683.46為最小，各種主題數量的混淆度平均值請參見圖2。因此，本研究推算資訊計量學的主題結構時，便將主題數量設定為10。

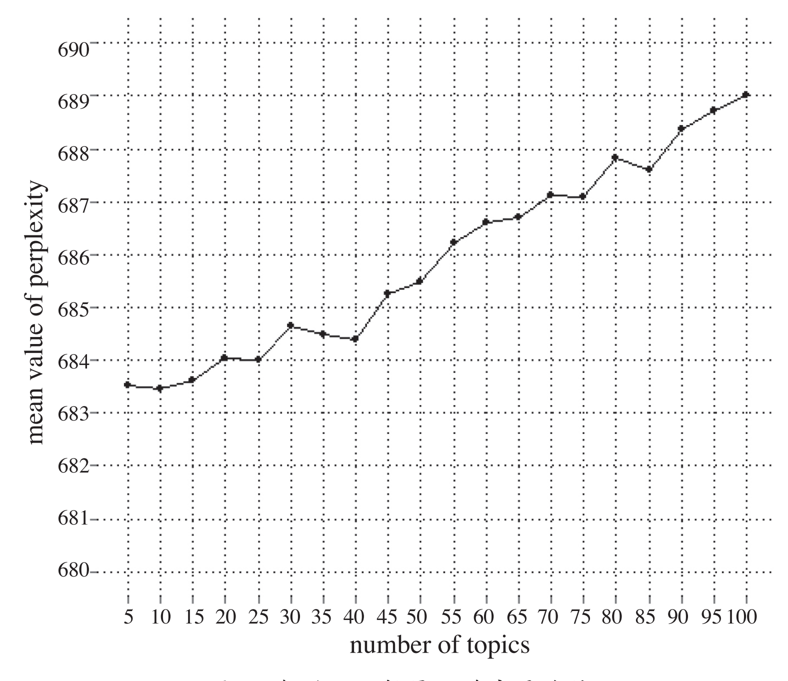


圖2　各種主題數量混淆度平均值

㈡資訊計量學研究主題

首先呈現與說明本研究獲得的主題結構。在本研究中，將每一個主題的核心詞語和典型論文的數量分別設定為10。由於論文篇幅的限制，各個主題的典型論文只列出該主題出現機率最高的兩篇論文，各個主題的核心詞語和典型論文舉例分別如表1和表2。

表1　本研究產生的資訊計量學主題

主題	核心詞語				
Topic 1	network	knowledge	technology	patents	networks
	technological	innovation	development	model	emerging
Topic 2	index	h-index	reserved	distribution	rights
	citations	model	time	indices	citation
Topic 3	articles	publication	published	journals	bibliometric
	science	database	years	authors	period

Topic 4	citation	impact	journals	journal	citations
	cited	factor	factors	references	highly
Topic 5	universities	university	researchers	performance	academic
	productivity	ranking	quality	rankings	institutions
Topic 6	authors	author	significant	review	relationship
	differences	show	correlation	effect	gender
Topic 7	indicators	bibliometric	indicator	performance	field
	level	measures	impact	fields	evaluation
Topic 8	countries	collaboration	international	scientific	china
	country	national	chinese	output	production
Topic 9	scientific	scientists	science	social	sciences
	fields	disciplines	work	community	researchers
Topic 10	science	web	core	mapping	documents
	clustering	field	co-citation	bibliographic	topics

表2　本研究產生各主題的典型論文舉例

主題	典型論文的題名
Topic 1	**D**ivergence and convergence: technology-relatedness evolution in solar energy industry. **I**dentification of technological knowledge intermediaries.
Topic 2	**C**onjugate partitions in informetrics: Lorenz curves, h-type indices, Ferrers graphs and Durfee squares in a discrete and continuous setting. **P**robing the h-core: an investigation of the tail-core ratio for rank distributions.
Topic 3	**T**rends of DDT research during the period of 1991 to 2005. **I**ncreasing dominance of English in publications archived by PubMed.
Topic 4	**E**mpirical study of journal impact factors obtained using the classical two-year citation window versus a five-year citation. **J**ournal weighted impact factor: A proposal.
Topic 5	**R**esearch performance and bureaucracy within public research labs. **N**ational research assessment exercises: the effects of changing the rules of the game during the game.
Topic 6	**T**he validity of staff editors' initial evaluations of manuscripts: a case study of Angewandte Chemie International Edition. **R**ejection rates for multiple-part manuscripts.
Topic 7	**A** systematic empirical comparison of different approaches for normalizing citation impact indicators. Source normalized indicators of citation impact: an overview of different approaches and an empirical comparison.
Topic 8	**T**echnological collaboration patterns in solar cell industry based on patent inventors and assignees analysis. **S**cience and scientific collaboration in South Africa: apartheid and after.
Topic 9	**C**haracterizing a scientific elite: the social characteristics of the most highly cited scientists in environmental science and ecology. **L**ocating active actors in the scientific collaboration communities based on interaction topology analyses.
Topic 10	**U**sing "core documents" for the representation of clusters and topics. **D**o second-order similarities provide added-value in a hybrid approach?

從表1及表2的核心詞語與典型論文的題名，大抵都能得知各主題的意義。較易明顯看出內涵的主題有：Topic 1與科技的創新發展及知識傳播網絡有關，

且這類研究經常使用專利（patents）做為研究資源；Topic 2則是目前相當重要的h類型指標的理論研究與延伸應用；Topic 3為學術生產在時間上的增長與趨勢；Topic 4是有關期刊影響係數（journal impact factor）的實務研究；Topic 5有關於大學等研究機構在生產力與品質等研究成效的衡鑑與排名；Topic 6涉及有關論文審查（review）等學術出版等方面的議題；Topic 7包括影響係數（impact factor）等書目計量指標（bibliometric indicator）的測量與在實務上的應用；Topic 8為有關科學研究合作的議題，特別是近年在資訊計量學領域的研究頗多在探討國際間的合作與產出之間的關連；Topic 9探討學術領域裡的科學家特性以及他們之間的社會關係；Topic 10為學術領域分析，包括運用叢集方法進行研究主題確認以及將研究主題與其間關連程度視覺化的科學映射圖等，其中共被引分析和書目耦合等共現現象是經常用來估計資料項目間關連程度的資訊。

㈢資訊計量學研究主題分布與發展情形

根據所有論的主題機率混合之平均計算資訊計量學在2007到2013年間所有研究主題的分布機率值，其小數點下兩位的概數如表3所示。從表3可看出資訊計量學在每一個主題的分布大致均勻，較大的主題是Topic 1（應用專利分析進行科技創新與知識傳播網絡的相關研究）和Topic 4（期刊影響係數的相關研究），都是屬於實務型的研究；較小的兩個主題Topic 6與Topic 9，分別是學術出版審查與科學家特性和社會關係等社會學相關的議題。從主題模型方法獲得的結果可以認為實務案例分析的相關研究較社會學取向的研究受到資訊計量學研究人員的重視，但差異並不大。

表3　2007–2013年資訊計量學研究主題分布情形（至小數點後兩位）

Topic 1	Topic 2	Topic 3	Topic 4	Topic 5	Topic 6	Topic 7	Topic 8	Topic 9	Topic 10
0.11	0.10	0.10	0.11	0.10	0.09	0.10	0.10	0.09	0.10

由每一年度發表論的主題機率之平均計算資訊計量學2007到2013年的逐年研究主題分布機率值，也可發現每一年的分布也相當均勻。為進一步了解資訊計量學的發展情形，利用的對稱KL差異計算2007到2013年不同年間的研究主題分布差異。表4是計算的結果，由於產生的結果沿對角線對稱，所以只列出上半部。

表4　資訊計量學2007–2013年不同年度間研究主題分布差異（$*10^{-2}$）

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2007		2.63	1.81	0.91	2.11	2.26	1.54
2008			1.85	2.57	3.09	4.94	3.00
2009				1.90	1.92	1.76	1.51
2010					2.10	1.68	1.42
2011						0.96	0.56
2012							0.90
2013							

仔細觀察表4不同年度間的研究主題分布差異，可發現兩個現象：首先，2008年的主題分布與其他各年度間有較大差異，除了與2009年的對稱KL差異值為$1.85*10^{-2}$以外，其餘的對稱KL差異值都超過$2.5*10^{-2}$，與2012年的差異值$4.94*10^{-2}$更是所有不同年度間的最大值。從對稱KL差異分析2008年的主題分布與其他各年度間有較大差異的原因，發現主要差異來自於Topic 1（應用專利分析的科技創新與知識傳播網路研究）與Topic 2（h類型指標理論與應用研究）在2008年的分布機率值與其他年度比較不同。圖3顯示Topic 1和Topic 2在2007到2013年間主題分布機率值的變化情形。Topic 1在多數的年度都獲得所有主題中最高機率值，2008年是各年中最低的機率值，同時也是所有主題中獲得最低機率值的主題。Topic 2在2008年則是所有主題中獲得最高機率值的主題。與上述相反的情形，發生在2012年：Topic 1和Topic 2分別是所有主題中獲得最高與最低機率值的主題。

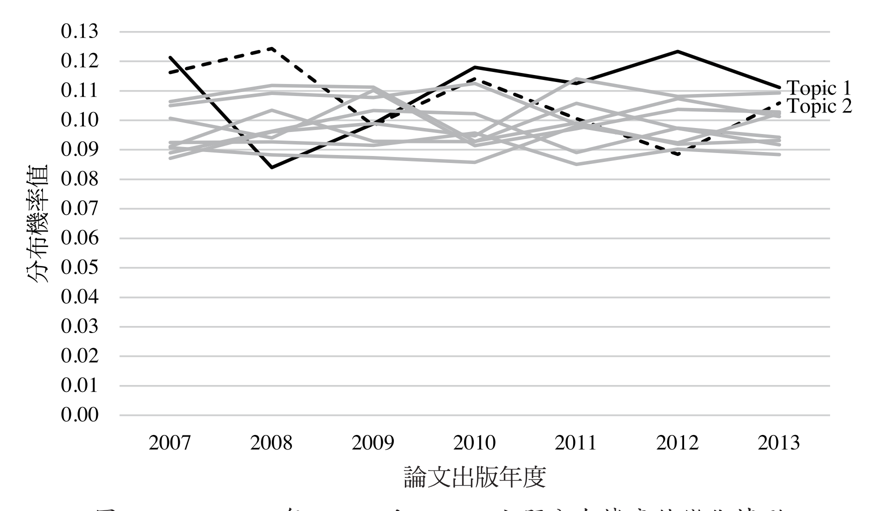


圖3　2007–2013年Topic 1和Topic 2主題分布機率值變化情形

其次，相對於先前各年度，資訊計量學在最近三個年度（2011–2013年）之間主題分布的差異較小，與先前年度有較大差異。除前述的Topic 1和Topic 2，圖4顯示另外三個在前期（2007到2009年）與後期（2011–2013年）較有改變的主題Topic 3（學術生產的趨勢分析）、Topic 6（學術出版審查）和Topic 7（書目計量指標）的主題分布機率值變化情形。Topic 3在前期的分布機率值都在0.11左右，但後面四年則僅有0.10以下，可看出有明顯下降趨勢。相反的，Topic 6和Topic 7在前四年分別在0.09與0.10以下，後期則提升到0.10與0.11。

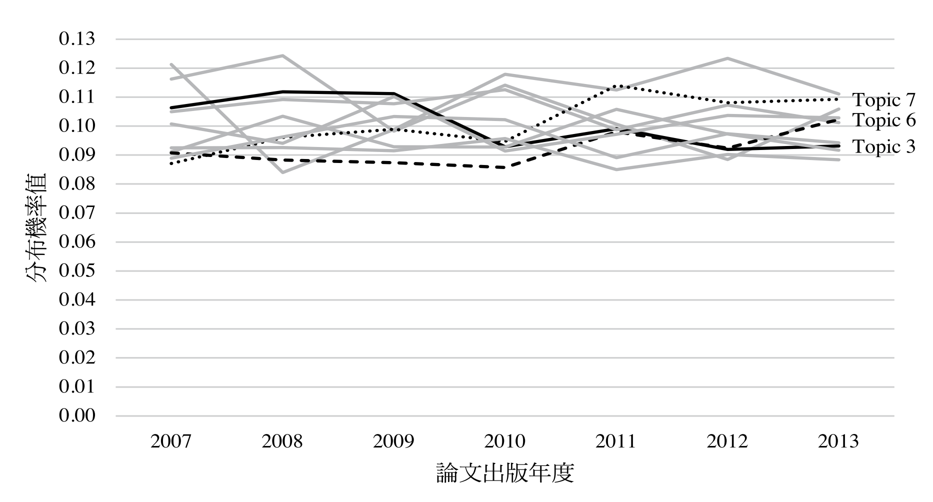


圖4 2007–2013年Topic 3、Topic 6和Topic 7主題分布機率值變化情形

㈣資訊計量學期刊主題分布與比較

以下首先探討本研究由主題模型方法得到的*Journal of Informetrics*與*Scientometrics*期刊主題分布結果，然後討論兩種期刊在各主題具有的典型論文數量。表5為本研究產生的主題在*Journal of Informetrics*與*Scientometrics*論文上分布機率的概數。在表5可觀察到兩種期刊在所有主題上都有不低的機率，表示*Journal of Informetrics*與*Scientometrics*期刊上的論文在資訊計量學的各種主題上均有涉及；*Journal of Informetrics*在Topic 2、Topic 7和Topic4三個主題上有很明顯地較高機率，其次是Topic 10；*Scientometrics*在每個主題上的分布較平衡，稍高的機率落於Topic 1和Topic 8上，同時也略為傾向Topic 3、Topic 4和Topic 5等主題。根據前面的分析，Topic 2、Topic 4和Topic 7分別是有關於h類型指標、期刊影響係數和其他書目計量指標的測量方式與在實務上的應用，且許多指標的計算方式都與引用現象有關，Topic 10為有關學術領域分析的研究主題。*Scientometrics*較高的主題：Topic 1為應用專利分析進行科技創新發展與知識傳播的相關研究，Topic 8的主題為科學合作研究，Topic 3為學術生產的增長與趨勢分析，Top 5是對於研究機構生產力與品質的評鑑，上述的主題大多在於考量機構、期刊、國家或領域等學術研究與科技發展成效的分析與應用。特別值得一提的是，此外，Topic 4的期刊影響係數是兩種期刊都關心的主題。

表5 本研究主題於*Journal of Informetrics*與*Scientometrics*論文的分布

主題	*Journal of Informetrics*	*Scientometrics*
Topic 1	0.09	0.12
Topic 2	0.19	0.08
Topic 3	0.06	0.11

Topic 4	0.12	0.10
Topic 5	0.07	0.10
Topic 6	0.09	0.09
Topic 7	0.13	0.10
Topic 8	0.06	0.11
Topic 9	0.08	0.09
Topic 10	0.10	0.09

註：至小數點後兩位

圖5呈現*Scientometrics*期刊較重要的主題Topic 1、Topic 3和Topic 8的分布機率值變化情形。很明顯的可發現在大多數年度上，這三個主題的分布機率都比其他主題高出一些。Topic 1的分布機率經常是各主題中最高的，顯而易見*Scientometrics*期刊一直都很重視利用專利分析等科學計量工具發現科技創新與學術界和產業之間的關連與傳播，然而這個主題在2008–2009年卻有相當大的下降，值得進一步探究與了解。表示學術生產趨勢分析主題的Topic 3在分析時間範圍的前期（2007–2009年）相當受到重視，2011年後的分布機率則有稍微下降的情形，但仍比大多數主題來得高。Topic 8的分布機率則是在後期（2010–2013年）逐漸提昇，說明了科學合作是*Scientometrics*期刊論文愈來愈重視的研究主題。

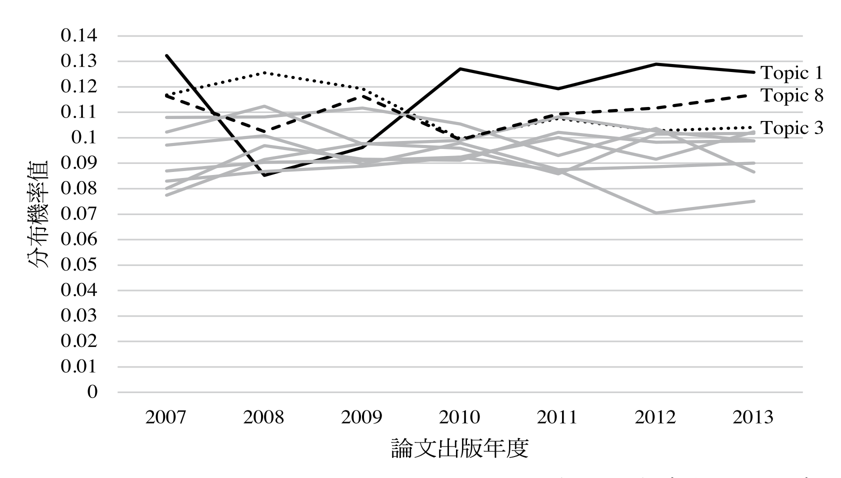


圖5　Topic 1、Topic 3和Topic 8在*Scientometrics*期刊分布機率值變化情形

書目計量指標的測量方式與應用有關的主題Topic 2、Topic 4和Topic 7是*Journal of Informetrics*期刊最關注的主題，這三個主題在*Journal of Informetrics*的分布機率值變化呈現於圖6。從圖6可看出在分析的時間範圍，這三個主題的分布機率比大多數的主題高，且Topic 2與Topic 4分布機率在各年度上的起伏相當類似，但Topic 7似乎與它們相反。造成這個現象的原因需要進一步分析研究。另外，圖7呈現*Journal of Informetrics*期刊的另一個重要主題Topic 10在2007–2013年的分布機率值變化情形。從圖7，可觀察到這個主題在2011年前都


受到相當重視，近兩年則有減少趨勢。

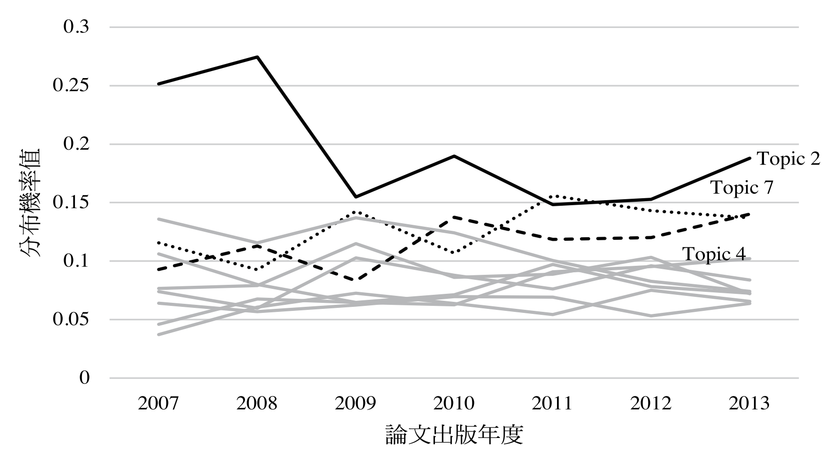


圖6　Topic 2、Topic 4和Topic 7在*Journal of Informetrics*期刊分布機率值變化情形

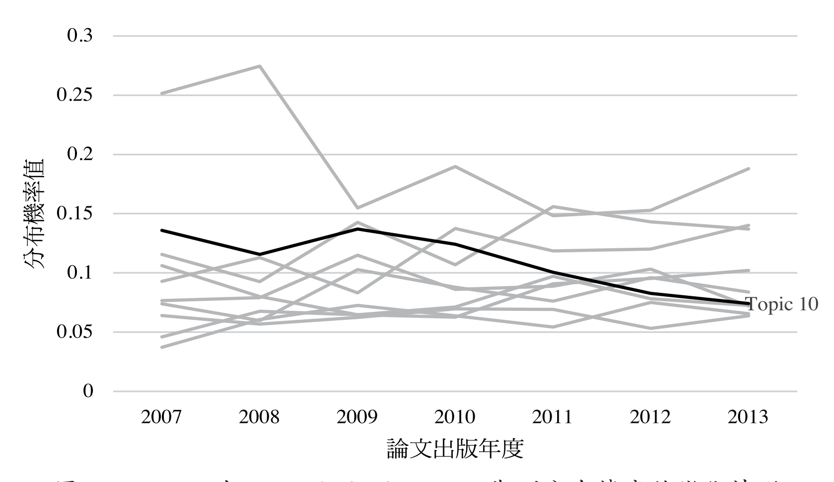


圖7　Topic 10在*Journal of Informetrics*期刊分布機率值變化情形

四、結　　論

本研究利用期刊論文的題名與摘要等文字內容為研究資料，應用主題模型方法來探討資訊計量學的重要研究主題。Cobo等人（2011）除了指出成效分析與科學映射為書目計量學的兩個主要研究方向以外，他們也認為過去對於成效分析的研究，其方法著重於對群體的表現，較少以認知方式對研究領域內的特定主題以及主題在時間上的演變進行生產力與影響力的評估。換言之，便是較少整合上述兩個研究方向。因此本研究的目的除了發現學術領域上的重要研究主題外，另外便是應用主題模型方法探討研究主題的分布，在時間上的發展以及期刊的主題傾向。相較於過去的研究大多利用論文上的引用現象做為分析的

資訊，本研究從論文的內容資料上獲取統計訊息，可較不受出版與引用過程的時間限制，同時產生的結果具有很豐富的語意訊息，也容易加以解釋。此外，由於主題模型方法產生的主題結構，都以機率分布的形式呈現，未來可利用統計學方法深化研究的成果並整合資訊視覺化的應用。

本研究目前獲得以下結論：

㈠雖然本研究採用的資料範圍與分析方法與先前的研究不同，但前人的研究結果可用來了解主題模型方法產生的主題結構，探討這個方法的適用性。例如：Topic 3「學術生產的趨勢分析」可歸入Schoepflin與Glänzel（2001）提出的「書目計量學理論與數學模型」；Topic 2「h類型指標」、Topic 4「期刊影響係數」和 Topic 7「書目計量指標」等主題屬於「方法學與應用」和「指標工程與資料呈現」；Topic 6「學術出版審查」和Topic 9「科學家特性與社會關係」都為「社會學取向」的一部分；Topic 1「科技的創新發展及知識傳播網絡」、Topic 5「研究機構成效的衡鑑」和Topic 8「科學研究合作」可納入「科學政策與科學管理」和「案例研究」。

㈡以主題模型方法的結果而言，在每一個主題上都受到相當的關注，但大抵而言，這段期間仍可發現實務型的研究較受到重視，包括應用專利分析的科技創新研究以及h類型指標與期刊影響係數的相關研究，另外，論文審查與科學家特性和社會關係等社會學相關的議題，雖然比案例研究受到較少重視，但差異並不大。此外，本研究也發現最近三個年度（2011到2013年）之間主題分布的差異較小，表示這個領域近期較趨於穩定。

㈢在將產生的主題結構運用於較相關期刊的主題特色時，可觀察到兩種期刊都廣泛地涉及資訊計量學上的所有主題，但*Journal of Informetrics*特別著重於書目計量指標的建構與應用，而*Scientometrics*則關注於國家、機構、領域及期刊上的學術生產力評鑑方式與影響因素的探討。

未來關於主題模型方法的研究，除了可將研究的論文來源與時間範圍擴大，對研究的領域進行更全面與深入的分析以及進一步探討主題模型方法的可行性以外，從本研究的結果也指出一些未來需要結合不同研究方法的研究方向，例如：2008年的主題分布與其他各年度之間有較大差異、2011–2013年主題分布變化較小、h類型指標與期刊影響係數等書目計量指標相關主題的關連性等現象。開發主題命名或摘要技術以及比較主題之間的差異與關連也是重要研究發展方向。此外，特別要加以說明的是目前本研究的研究資料採用WoS引文資料庫上的論文資料。由於目前大多數期刊都已建置論文資料庫，在進行後續研究時，可直接從期刊本身建置的論文資料庫取得研究資料，以避免文獻資料庫登載錯誤的情形。

誌　　謝

感謝2014年海峽兩岸圖書資訊學學術研討會和本期刊的審稿者給予寶貴的修改意見。

參考文獻

Bhattacharya, S., & Basu, P. K. (1998). Mapping a research area at the micro level using co-word analysis. *Scientometrics*, *43*(3), 359-372. doi:10.1007/BF02457404

Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent Dirichlet allocation. *The Journal of Machine Learning Research*, *3*, 993-1022.

Börner, K., Chen, C., & Boyack, K. W. (2003). Visualizing knowledge domains. *Annual Review of Information Science and Technology*, *37*(1), 179-255. doi:10.1007/BF02457404

Chen, C., McCain, K., White, H., & Lin, X. (2002). Mapping *Scientometrics* (1981-2001). *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, *39*(1), 25-34. doi:10.1002/meet.1450390103

Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the fuzzy sets theory field. *Journal of Informetrics*, *5*(1), 146-166. doi:10.1016/j.joi.2010.10.002

Ding, Y., Chowdhury, G. G., & Foo, S. (2001). Bibliometric cartography of information retrieval research by using co-word analysis. *Information Processing & Management*, *37*(6), 817-842. doi:10.1016/S0306-4573(00)00051-0

Dutt, B., Garg, K. C., & Bali, A. (2003). Scientometrics of the international journal *Scientometrics*. *Scientometrics*, *56*(1), 81-93. doi:10.1023/A:1021950607895

Egghe, L. (2012). Five years "*Journal of Informetrics*". *Journal of Informetrics*, *6*(3), 422-426. doi:10.1016/j.joi.2012.02.003

Glenisson, P., Glänzel, W., Janssens, F., & De Moor, B. (2005). Combining full text and bibliometric information in mapping scientific disciplines. *Information Processing & Management*, *41*(6), 1548-1572. doi:10.1016/j.ipm.2005.03.021

Griffiths, T. L., & Steyvers, M. (2004). Finding scientific topics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *101*(Suppl 1), 5228-5235. doi:10.1073/pnas.0307752101

Grün, B., & Hornik, K. (2011). Topicmodels: An R package for fitting topic models. *Journal of Statistical Software*, *40*(13), 1-30.

Hofmann, T. (1999). Probabilistic latent semantic analysis. In *Proceedings of the fifteenth conference on uncertainty in artificial intelligence* (pp. 289-296). San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.

Hood, W. W., & Wilson, C. S. (2001). The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. *Scientometrics*, *52*(2), 291-314. doi:10.1023/A:1017919924342

Leydesdorff, L. (1997). Why words and co-words cannot map the development of the sciences. *Journal of the American society for information science*, *48*(5), 418-427. doi:10.1002/

(SICI)1097-4571(199705)48:5<418::AID-ASI4>3.0.CO;2-Y

Lu, K., & Wolfram, D. (2012). Measuring author research relatedness: A comparison of word - based, topic - based, and author cocitation approaches. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *63*(10), 1973-1986. doi:10.1002/asi.22628

Meyer, D., Hornik, K., & Feinerer, I. (2008). Text mining infrastructure in R. *Journal of Statistical Software*, *25*(5), 1-54.

Mimno, D., & McCallum, A. (2007). Mining a digital library for influential authors. In R. Larson, E. Rasmussen, S. Sugimoto, & E. Toms (Eds.), *Proceedings of the 7th ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries* (pp. 105-106). New York, NY: ACM.

Noyons, E. C. M., & Van Raan, A. F. J. (1998). Advanced mapping of science and technology. *Scientometrics*, *41*(1/2), 61-67. doi:10.1007/BF02457967

Noyons, E. C. M., Moed, H. F., & Van Raan, A. F. J. (1999). Integrating research performance analysis and science mapping. *Scientometrics*, *46*(3), 591-604. doi:10.1007/BF02459614

Rzeszutek, R., Androutsos, D., & Kyan, M. (2010). Self-organizing maps for topic trend discovery. *Signal Processing Letters, IEEE*, *17*(6), 607-610. doi:10.1109/LSP.2010.2048940

Schoepflin, U., & Glänzel, W. (2001). Two decades of “Scientometrics”. An interdisciplinary field represented by its leading journal. *Scientometrics*, *50*(2), 301-312. doi:10.1023/A:1010577824449

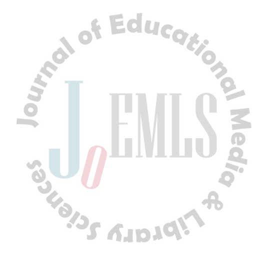
Schubert, A., & Maczelka, H. (1993). Cognitive changes in scientometrics during the 1980s, as reflected by the reference patterns of its core journal. *Social Studies of Science*, *23*(3), 571-581.

Thelwall, M. (2009). *Introduction to webometrics: Quantitative web research for the social sciences*. San Raphael, CA: Morgan & Claypool.

van den Besselaar, P., & Heimeriks, G. (2006). Mapping research topics using word-reference co-occurrences: A method and an exploratory case study. *Scientometrics*, *68*(3), 377-393. doi:10.1007/s11192-006-0118-9

Wouters, P., & Leydesdorff, L. (1994). Has Price’s dream come true: Is scientometrics a hard science? *Scientometrics*, *31*(2), 193-222. doi:10.1007/BF02018560

Zheng, B., McLean, D. C., Jr., & Lu, X. (2006). Identifying biological concepts from a protein-related corpus with a probabilistic topic model. *Bmc Bioinformatics*, *7*(58). doi:10.1186/1471-2105-7-58



林頌堅 ORCID 0000-0003-0090-0167

Journal of Educational Media & Library Sciences 51 : 4 (Summer 2014) : 00-00
DOI:10.6120/JoEMLS.2014.514/0633.RS.AM



Analyses of Research Topics in the Field of Informetrics Based on the Method of Topic Modeling

Sung-Chien Lin

Abstract

In this study, we used the approach of topic modeling to uncover the possible structure of research topics in the field of Informetrics, to explore the distribution of the topics over years, and to compare the core journals. In order to infer the structure of the topics in the field, the data of the papers published in the Journal of Informetrics and Scientometrics during 2007 to 2013 are retrieved from the database of the Web of Science as input of the approach of topic modeling. The results of this study show that when the number of topics was set to 10, the topic model has the smallest perplexity. Although data scopes and analysis methods are different to previous studies, the generating topics of this study are consistent with those results produced by analyses of experts. Empirical case studies and measurements of bibliometric indicators were concerned important in every year during the whole analytic period, and the field was increasing stability. Both the two core journals broadly paid more attention to all of the topics in the field of Informetrics. The Journal of Informetrics put particular emphasis on construction and applications of bibliometric indicators and Scientometrics focused on the evaluation and the factors of productivity of countries, institutions, domains, and journals.

Keywords: *Analyses of research topics; Informetrics; Topic modeling*

SUMMARY

Introduction

This study used the method of topic modeling to analyze important research topics in the field of Informetrics and the development in recent years. Using texts of a collection of documents as input and the topic modeling method, we generated sets of statistical parameters consisting of a set of possible topics as well as topic mixtures for all documents in the collection. In this study, the texts of papers published from 2007 to 2013 in *Scientometrics* and *Journal of Informetrics*, which are core journals in the field of Informetrics, were used as data source. The topic model resulted from the study was provided for analysis of the examined field. This study investigated the following problems:

Assistant Professor, Department of Information and Communications, Shih Hsin University, Taipei, Taiwan
E-mail: scl@cc.shu.edu.tw

1. Identify important topics studied in the field from 2007 to 2013. Discuss the feasibility of applying the topic modeling method to this kind of studies;
2. Understand the distributions and developments of topics in the field of Informetrics;
3. Compare the distributions and developments of topics in Scientometrics and Journal of Informetrics.

Methods

The method of topic modeling describes the word generation process based on a statistical model (Blei, Ng, & Jordan, 2003; Griffiths & Steyvers, 2004). It assumes that every word w in a document d is generated by a topic z, which is sampled from the topic probabilistic mixture θ_d of the document d, as well as the corresponding word probabilistic mixture ϕ_z of the topic z, which can be used to select a word from a vocabulary. Furthermore, to describing the possible word generation process in a document collection, we need two sets of parameters: the first set of parameters (θ_d) is the probability determining the selection of topics for each document. The second set (ϕ_k) determines which word will occur when a specific topic is chosen. Several algorithms have been proposed to infer those unknown parameters of topic models. The parameter inference algorithm used in this study is Gibbs sampling proposed by Griffiths & Steyvers (2004).

To infer parameters of topic models, texts were collected and prepared first before being applied with the algorithm. In this study, data of the papers were retrieved from the citation database WoS (Web of Science). The search criteria were 1) paper type was "Article", 2) publication year was from 2007 to 2013, and 3) the source was either "Scientometrics" or "Journal of Informetrics". Texts in the fields TI (title) and AB (abstract) of a paper were merged into on piece of text for topic modeling. All punctuations, numbers and stop words in the texts were removed and all words in the remaining texts were transformed into lower case using the functions provided by the R statistical analysis software package "tm" (Meyer, Hornik & Feinerer, 2008). We also counted the occurrences of all word tokens in the document collection, and the common words (appearing in more than 5% of the documents) and rare words (appearing in less than 1% of the documents) were deleted to reduce computational resources. Finally, the frequency counts of word tokens occurring in each document were used as input for another R package "topicmodels" (Hornik & Grün, 2011) to infer the statistical parameters of topic models.

In terms of interpreting the inferred topic model, we defined "core words" and "typical papers" for each topic in this study. The core words of a topic were those words with the highest probability of this topic. Typical papers for a topic

were those papers which the examined topic had the highest probability among all topics. When the inference of topic model for the document collection completed, both the word probability for each topic, ϕ_k, and the topic probability for each document, θ_d , were sorted in descending order. The core words and the typical papers for each topic were obtained at this point. In this study, 10 core words and 10 typical papers were selected for each topic.

The probability of topics in a set of papers can be calculated by averaging the probabilities of the corresponding topics in all the papers in the set. For example, to analyze topics occurred in the field of Informetrics from 2007 to 2013, the average of topic probabilities of all papers in the enire collection was used. If a specific topic had the highest average probability in the entire collection, the topic could then be considered as the most important one in the field. Therefore, we would rank all topics occurred in the whole field by comparing the average probabilities in the total collection. In the similar way, we could calculate the probability distributions of topics in a certain journal or in publications from a certain year by averaging the topic distributions of all papers published in the journal or in the certain year.

The disparity of two topic distributions in difference paper collections can be measured with the symmetric Kullback-Leibler divergence (Rzeszutek, Androutsos, & Kyan, 2010). When the two distributions are equal, the measure of symmetric Kullback-Leibler divergence between them is 0. If there are big differences between the two distributions, the measure will be larger than 0.

Results

In this study, a total of 1,755 papers were selected, including 1,374 papers from Scientometrics and 381 papers from Journal of Informetrics. The texts (the titles and abstracts of the papers) were prepared and 1,147 word tokens were extracted. Estimating through the leave-one-out method, the minimal average perplexity is 683.46 while the number of topics was assigned to 10. Therefore, we set the number of topics to 10 in this study. The followings are these 10 inferred topics:

- Topic 1: studies of technology innovation and knowledge communication networks base on the techniques of patent analysis;
- Topic 2: theoretic studies and applications of the h-type indices;
- Topic 3: growth and trends of academic productivity;
- Topic 4: empirical studies related to journal impact factor;
- Topic 5: performance evaluation and ranking for research institutions, including productivity and quality;
- Topic 6: issues of scholar publishing, such as paper review;

- Topic 7: measures and applications of bibliometric indicators;
- Topic 8: studies of scientific collaboration;
- Topic 9: influence of demography and characteristics of scientists on their performance and the social relationships among scientists;
- Topic 10: domain analysis, including the studies of topic identification and scientific maps.

Some findings from analysis of the resulting topic model show in follows:

The topic distributed in the entire field was fairly balanced from 2007 to 2013. The probabilities of all topics in the entire collection were almost the same. However, Topic 1 and Topic 4 were slightly larger than the others.

The topic distribution in 2008 was different from those measured by the symmetric Kullback-Leibler divergence in other year. It was because the probabilities of Topic 1 and Topic 2 in 2008 were significantly different from those in other years.

The topic distributions in the last 3 years were very similar and they were different from the topic distributions in the first 4 years. The changes of Topic 3, Topic 6 and Topic 7 contributed to the different topic distributions. The probability distribution of the Topic 3 in the earlier 3 years was about 0.11, but in later 4 years it was only 0.10 or less. There was a clear downward trend. Conversely, the probability distributions of the Topic 6 and the Topic 7 were less than 0.09 and 0.10 in the first 4 years and were raised to 0.10 and 0.11 in the later years.

Journal of Informetrics and Scientometrics both published various topics in the field of Informetrics. But the Scientometrics published a wider range of topics. Scientometrics had slightly higher probability distributions on Topic 1 and Topic 8 and it also preferred Topic 3, Topic 4 and Topic 5. The Journal of Informetrics had obviously higher probability distributions on Topic 2, Topic 7, Topic 4, and Topic 10.

Discussion

According to the results, this study makes the following conclusions:

1. Although the data scope and the methods used in the analyses are not the same, the results of this study are still consistent with those of previous studies. For example, Topic 3 can be assigned into the class "bibliometric theory, mathematical models and formalisation of bibliometric laws" provided by Schoepflin & Glänzel (2001), and Topic 6 and 9 are parts of "sociological approach to bibliometrics".

2. Each topic in the field of Informetrics has received considerable attentions, especially practice-based research such as the applications of patent analysis and

journal impact factor.

3. Because there is only little difference between the topic distributions in last three years, this field was more stable than before.

4. Through comparing the topic distributions of the two core journals, we can observe that these journals published all topics in the field of Informetrics. However, Journal of Informetrics has special focus on the construction and applications of various bibliometric indicators. Scientometrics has put attention on the evaluation of academic productivity of countries, institutions, fields and journals.

ROMANIZED & TRANSLATED REFERENCE FOR ORIGINAL TEXT

Bhattacharya, S., & Basu, P. K. (1998). Mapping a research area at the micro level using co-word analysis. *Scientometrics*, *43*(3), 359-372. doi:10.1007/BF02457404

Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent Dirichlet allocation. *The Journal of Machine Learning Research*, *3*, 993-1022.

Börner, K., Chen, C., & Boyack, K. W. (2003). Visualizing knowledge domains. *Annual Review of Information Science and Technology*, *37*(1), 179-255. doi:10.1007/BF02457404

Chen, C., McCain, K., White, H., & Lin, X. (2002). Mapping *Scientometrics* (1981-2001). *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, *39*(1), 25-34. doi:10.1002/meet.1450390103

Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the fuzzy sets theory field. *Journal of Informetrics*, *5*(1), 146-166. doi:10.1016/j.joi.2010.10.002

Ding, Y., Chowdhury, G. G., & Foo, S. (2001). Bibliometric cartography of information retrieval research by using co-word analysis. *Information Processing & Management*, *37*(6), 817-842. doi:10.1016/S0306-4573(00)00051-0

Dutt, B., Garg, K. C., & Bali, A. (2003). Scientometrics of the international journal *Scientometrics*. *Scientometrics*, *56*(1), 81-93. doi:10.1023/A:1021950607895

Egghe, L. (2012). Five years "*Journal of Informetrics*". *Journal of Informetrics*, *6*(3), 422-426. doi:10.1016/j.joi.2012.02.003

Glenisson, P., Glänzel, W., Janssens, F., & De Moor, B. (2005). Combining full text and bibliometric information in mapping scientific disciplines. *Information Processing & Management*, *41*(6), 1548-1572. doi:10.1016/j.ipm.2005.03.021

Griffiths, T. L., & Steyvers, M. (2004). Finding scientific topics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *101*(Suppl 1), 5228-5235. doi:10.1073/pnas.0307752101

Grün, B., & Hornik, K. (2011). Topicmodels: An R package for fitting topic models. *Journal of Statistical Software*, *40*(13), 1-30.

Hofmann, T. (1999). Probabilistic latent semantic analysis. In *Proceedings of the fifteenth conference on uncertainty in artificial intelligence* (pp. 289-296). San Francisco, CA:

Morgan Kaufmann.

Hood, W. W., & Wilson, C. S. (2001). The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. *Scientometrics*, *52*(2), 291-314. doi:10.1023/A:1017919924342

Leydesdorff, L. (1997). Why words and co-words cannot map the development of the sciences. *Journal of the American society for information science*, *48*(5), 418-427. doi:10.1002/(SICI)1097-4571(199705)48:5<418::AID-ASI4>3.0.CO;2-Y

Lu, K., & Wolfram, D. (2012). Measuring author research relatedness: A comparison of word - based, topic - based, and author cocitation approaches. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *63*(10), 1973-1986. doi:10.1002/asi.22628

Meyer, D., Hornik, K., & Feinerer, I. (2008). Text mining infrastructure in R. *Journal of Statistical Software*, *25*(5), 1-54.

Mimno, D., & McCallum, A. (2007). Mining a digital library for influential authors. In R. Larson, E. Rasmussen, S. Sugimoto, & E. Toms (Eds.), *Proceedings of the 7th ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries* (pp. 105-106). New York, NY: ACM.

Noyons, E. C. M., & Van Raan, A. F. J. (1998). Advanced mapping of science and technology. *Scientometrics*, *41*(1/2), 61-67. doi:10.1007/BF02457967

Noyons, E. C. M., Moed, H. F., & Van Raan, A. F. J. (1999). Integrating research performance analysis and science mapping. *Scientometrics*, *46*(3), 591-604. doi:10.1007/BF02459614

Rzeszutek, R., Androutsos, D., & Kyan, M. (2010). Self-organizing maps for topic trend discovery. *Signal Processing Letters, IEEE*, *17*(6), 607-610. doi:10.1109/LSP.2010.2048940

Schoepflin, U., & Glänzel, W. (2001). Two decades of "Scientometrics". An interdisciplinary field represented by its leading journal. *Scientometrics*, *50*(2), 301-312. doi:10.1023/A:1010577824449

Schubert, A., & Maczelka, H. (1993). Cognitive changes in scientometrics during the 1980s, as reflected by the reference patterns of its core journal. *Social Studies of Science*, *23*(3), 571-581.

Thelwall, M. (2009). *Introduction to webometrics: Quantitative web research for the social sciences*. San Raphael, CA: Morgan & Claypool.

van den Besselaar, P., & Heimeriks, G. (2006). Mapping research topics using word-reference co-occurrences: A method and an exploratory case study. *Scientometrics*, *68*(3), 377-393. doi:10.1007/s11192-006-0118-9

Wouters, P., & Leydesdorff, L. (1994). Has Price's dream come true: Is scientometrics a hard science? *Scientometrics*, *31*(2), 193-222. doi:10.1007/BF02018560

Zheng, B., McLean, D. C., Jr., & Lu, X. (2006). Identifying biological concepts from a protein-related corpus with a probabilistic topic model. *Bmc Bioinformatics*, *7*(58). doi:10.1186/1471-2105-7-58

Sung-Chien Lin ORCID 0000-0003-0090-0167


Journal of Educational Media & Library Sciences
JoEMLS

教育資料與圖書館學　51 : 4 (Summer 2014) : 525-560
DOI:10.6120/JoEMLS.2014.514/0609.RS.CM



網路多元學生出題策略對國小學生認知策略與學習成就之影響

于富雲[a*]　賴奕嬛[b]

摘要

考量不同學生出題策略在明確度、難度與學科單元適用性上各有不同，而現有研究皆鎖定單一學生出題策略學習成效之探討。本研究旨在探討網路多元學生出題策略配合國小學科教學對認知策略與學習成就的影響。本研究選定國語科和自然科，採前後測控制組準實驗研究法，以南部一所國小五年級二個班級學生為樣本，採用具出題鷹架設計的線上學生出題系統，進行八週的實驗教學活動。資料以單因子共變數分析發現：多元學生出題策略組對國小國語科與自然科認知策略運用有顯著優於傳統自習組的影響；另，相對於傳統自習組，多元學生出題策略組有較佳的國語科與自然科學習成就表現，唯差異未達顯著水準。文末，根據研究結果與發現提出教學實施及未來研究建議。

關鍵詞：認知策略，網路學習系統，學生出題策略，學習成就

緒　論

在現今的教學場域裡，習以為常的教師講授、學生接收的傳統課室教學模式已不足以因應強調學習力與創造力的知識經濟體系；反之，如何將教學策略與課程內容做一適性設計，以誘發學生主動學習，策動高層次思考技能，促進訊息處理能力，建構自我知識已為重要的教育議題。

在眾多教學策略中，學生出題策略愈受國內外學者與教師的重視。以訊息處理論與建構主義的觀點論之，當學生在進行學習活動過程中，不只是一味地接受教師所提供的訊息，更可依據個人既有經驗，主動地將訊息進行選擇、存取、建構、統整及檢索等行為，進而影響學習歷程與結果（于富雲、劉祐興，2008）。

[a]國立成功大學教育研究所特聘教授
[b]大葉大學教學資源中心研究助理
*本文主要作者兼通訊作者：fuyun.ncku@gmail.com

2014/01/14投稿；2014/05/22修訂；2014/07/09接受

雖然實徵研究多支持學生出題策略對學習成效的正面影響（于富雲，2012；Brown & Walter, 2005; Rosenshine, Meister, & Chapman, 1996；Yu, 2012），現有研究或課室運用僅採用單一學生出題策略。由於學生出題有多種不同策略，而每種學生出題策略的明確度、聚焦性與難度皆不同（Rosenshine et al., 1996），考量學界至今對其於學科多元運用方式與效能尚未了解，本研究旨在探討多元出題策略配合國小學科教學對學生認知策略與學習成就的影響。

以下先針對學生出題重要概念，包括：意涵與重要性、教學策略，以及理論與實證基礎作一簡要回顧，再就本研究方法與結果進行說明。

二、文獻探討

㈠學生出題的意涵與重要性

1. 學生出題的意涵

國外進行已久的學生出題研究，國內有擬題、出題兩種不同譯名，亦有佈題、命題等看似相近但意涵卻不同的名詞。簡述之，佈題為教師配合教學目標而設計題目供學生解答，命題則是教師為考試而設計的題目，兩者與擬題／出題的特徵與結構並不相同（梁淑坤，1994）。另，雖然出題與擬題概念相同，但由於擬題僅強調學生建構題目的歷程（梁淑坤，1994），而出題則同時強調題目與解答兩要素，故本文採出題一詞，以精確涵蓋學生出題的完整學習活動。

學者對出題曾提出不同的定義，如：Silver（1994）認為出題可發生於解題前、中與後等階段，是由個人經驗、特定情境或給定的題目中創造新的題目。梁淑坤（1994）將出題定義為：以自己的想法所編擬出的新題目；在出題過程中，出題者運用自己的數學知識和生活經驗，建立情境、人物、事件、數字、圖形的關係及組織所建構的數學題目。Stoyanova和Ellerton（1996）認為：出題係屬一種個人化的學習歷程，學生以個人學習經驗為基礎，再加以建構、創造出具意義性題目的歷程。吳進寶（2005）的出題定義為：學生先解完教師提供的題目後，再以原題為基礎，經由改變其中數字、事物、問題結構等方式，所出的類似數學題。王俐文（2008）認為出題是學生依據教學者的教材範圍，自行想出題目。方文鋒（2009）的出題定義為學生根據老師所給定的題目或條件，經由個人或團體組織後，改變題目的型態所形成的新問題。

由上述學者對出題的定義可發現，出題並沒有制式、固定的形式或方式進行。教學者可選擇是否給予條件或情境；若有，教學者可先行佈題與解題後，再讓學習者根據原題進行出題；反之可讓學習者在設定的學習範圍內自行創造可行的題目。綜言之，出題的核心概念是讓學習者以本身的經驗及知識，自行編擬合於學習主題的題目。

2. 學生出題的重要性

學生出題的重要性已受國際學界與教育界的正視，其中，較顯著與具體事件為美國數學教師聯盟（National Council of Teacher of Mathematics, NCTM）於1995年以及2000年出版的學校數學原則與標準（*Principles and Standards for School Mathematics*）與數學教學專業標準（*Professional Standards for Teaching Mathematics*），其中明白指出：教師教學核心除了讓學生學習問題解決之外，亦應提供學生修改問題的機會與經驗。藉由修正問題的過程中，學習掌握問題的重要關鍵條件與概念，提出更多具挑戰性與創新的題目，進而提升學習信心及興趣（National Council of Teacher of Mathematic [NCTM], 1995, 2000）。

事實上，解決問題與提出問題兩能力間具有密切相關性。國內外研究已證實，教師若能在適當時機給予學生出題的機會，經此出題過程了解與分析問題，進入深層思考的歷程，不僅能提升學生解決問題的能力，亦能促發學生創意性、批判性等高思考能力的開發（翁聖恩，2008；莊美蘭，2003；Cai & Hwang, 2003）。

實徵性研究亦發現，學生出題不僅能提供教師形成性評鑑的第一手資料，導正學生的迷思觀念，提升學生觀察問題結構與重要條件的能力（Yu & Liu, 2005a），透過出題活動亦可增加學生的教材理解能力與學習興趣，幫助學生新舊知識的結合（洪琮琪，2002）。坪田耕三（1987）即指出，若適度地加入學生出題的教學活動，可讓學生在課堂間的討論變得活潑，同時亦間接地培養公正客觀的批判思考能力與態度。楊惠如（2000）也進一步指出，出題歷程可以培養解決問題、分析問題和創造問題的能力。林原宏、許淑萍（2002）則強調出題活動可刺激學生思考方式，讓學生重組複雜的數學知識，發現其中的關連性和系統性。陳怡君（2010）主張，出題可提升學生的解題興趣，落實學生本位的觀點，促使學生更積極學習；此外，出題活動亦有利學生將學科內容與其日常生活經驗相結合，讓學習生活化與意義化。從上述的論點顯示，學生出題對學習者與教學者都具有重要的教育意義與價值。

㈡ 學生出題的教學策略

研究者參酌閱讀、寫作、科學與數學等領域運用學生出題策略的課室實證研究發現與建議，統整出七種學生出題策略：提示語（signal word）、重點（main ideas）、問題類型（question types）、故事結構（story grammar）、正確答案（the answer is）、如果不是（what if / what if not）以及題幹（question stems）。茲針對各出題策略的意涵、操作模式以及學習效益，簡要說明如下：

1. 提示語：此策略主要是運用語文文法的六種疑問詞：what、who、when、where、why、how（簡稱5W1H）為出題切入點，以輔助學生編擬與學習課題相關的題目（Rosenshine et al., 1996）。根據Rosenshine 等學者（1996）的後

設分析（meta-analysis）研究發現，提示語是最常被使用且最易為學生習得的學生出題策略；另，針對不同年級與教育階段所進行的實證研究結果，皆支持提示語出題策略有利學習素材理解能力的顯著提升（效果量達0.85）。

2.重點出題策略強調以研讀課題內的重點為出題之核心內容，如：重要概念、原理、原則、定律等的定義、新例證、案例等，以培育學生掌握學習重點、各重點間的結構關係以及各重點下重要細節的能力（于富雲，2012；Dreher & Gambrell, 1985; Ritchie, 1985）。目前採用重點出題策略之實證研究多支持其對教材理解、學習成就、出題能力、學科態度或學習經驗的正面影響（尤慶吉，2012；Chang, Wu, Weng, & Sung, 2012; Rosenshine et al., 1996; Yeh & Lai, 2012）。

3.問題類型是Raphael與Pearson（1985）針對問題與答案間可形成的三種不同關係，所提出三種出題類型包括(1)明確型（text-explicit）：可從學習教材的一個句子中直接找到答案之問題，屬較簡單的題目；(2)隱涵型（text-implicit）：需整合數段文句內容並經推論才能找到答案的問題，屬中等難度的題目；以及(3)基模型（schema-based）：無法從目前研讀的課程教材內容直接獲取答案，而是需倚賴先備知能或連結個人生活經驗才可獲得答案之問題，屬難度較高的題目。該策略可引導學生循序漸進地整合課程內不同認知層次的重要概念，避免停留在低階認知技能與知識的獲取，以建構具一定複雜度的認知結構（于富雲，2012）。雖然Raphael與Pearson（1985）提出問題類型出題策略的分類架構以及接續答題所需的認知歷程，目前僅有Dermody（1988）、Labercane與Battle（1987）以及Smith（1977）三篇實證研究，且研究結果未達定論。

4.故事結構策略是閱讀領域學者為輔助學生掌握文章故事的重要情節與脈絡所提出的故事架構。常為閱讀教學者所引述與運用的包括：Nolte及Singer（1985）的故事四要素架構：情境背景（setting）、主角（main character）、主角目標（character's goal）、阻礙（obstacle）；Knudson（1988）的五要素架構：情境背景、主角、主角敵人（main character's enemy）、情節（the plot）以及結局（the conclusion）。以故事結構為學生出題的參考方向，有助學生掌握閱讀教材內的重要人、事、物及情節發展（吳念周、于富雲，2011）。目前以故事結構為出題策略的實證研究雖僅有兩篇，但研究分析結果皆支持其對教材理解的學習成效（Nolte & Singer, 1985; Short & Ryan, 1984）。

5.正確答案為Stoyanova與Ellerton於1996年配合數學領域教學所提出的出題策略。此策略期能提升學生對數學概念、重要條件與特徵的掌握與理解。雖然自Stoyanova與Ellerton提出此策略至今，尚未有相關研究以此策略進行實證研究，有鑑於其在其他學科領域運用的潛能，于富雲（2012）進一步精緻化此策略的教學操作模式（讓學生以課程內容的專有名詞、生字難詞、修辭語法、重要句型等為答案，進行題目編寫方法），並提出其可及的教育意涵與學習效

應，如：突破目前以題目推知答案的順向思考方式，或僅獲取片段零散的知識單位，或簡單刺激（題目）與反應（答案）連結的制式評量方式；強調反向思索，以編擬出符合特定答案的多元題目。整體論之，此策略應有利學生將屬於特定概念的重要相關知識，經由出題做有意義的多向彈性連結。

6.如果不是為Brown與Walter（2005）鎖定數學領域所提出的五步驟出題策略：步驟0：選擇一個出發點；步驟1：列出題目的特質（attributes）；步驟2：思考題目特質可能改變的向度（如：內容、數值、關係等）；步驟3：改變任一向度，形成新問題；步驟4：解題。此出題方式類似創造力教學法的局部改變法，針對現有素材，改變部分有意義的條件，形成另一新創作。以「如果不是」策略進行出題的學習任務，有利學生辨識問題中的重要概念以及各概念間的條件與關係，有利題目擴增、知識擴增、迷思概念偵測、創作學習與邏輯推論。目前此出題策略主要運用於數學領域教學，但其於物理、化學、生物、地理科學、輔導等亦應有其適用性（于富雲，2012）。目前以「如果不是」策略輔助數學出題教學的實證研究多支持其對學習成就的正面影響（Brown & Walter, 2005），唯一非數學領域的教學實證研究（國小四年級生命教育）亦支持此策略對學習經驗（學習滿意度、學力提升）的正面影響（林宜篇、于富雲，2011）。

7.題幹策略為King（1992）根據Bloom認知分類中之分析、綜合與評鑑向度所建立的一系列題幹，包括：how does …affect…？ what do you think would happy if…？ how is…related to…？該出題策略提供初次出題者出題的方向與概念，降低出題任務進入的門檻；此外，亦可避免學生出題局陷於低層次認知題目的編寫，促進學生的精緻化學習與思考能力（于富雲，2012）。根據King（1989, 1990, 1992）針對六年級到大學生所進行的一系列實證研究發現，題幹出題策略對學生理解能力有顯著正面的影響。另，Yu、Tsai與Wu（2013）針對五年級生所進行的線上學生出題活動，進一步證明題幹的立即提供對學生出題能力的立即顯著提升效果。

綜上可知，每種出題策略各有其優勢與適用情境，且其明確度、聚焦性與難度皆不同（Rosenshine et al., 1996）。此外，于富雲（2012）經由14個不同場景中小學教師參與學生出題策略之教學與推廣說明，進一步發現：不同學生出題策略不僅有學科領域的特定性，亦具單元情境的特定性。考量目前學生出題已有實證研究上皆採單一出題策略的設計，尚未有配合學科單元情境採用多元學生出題策略的課室實徵性研究，故本研究期探討多元學生出題策略的學習效能。再者，本研究根據參與學生出題策略教師反應建議，選定適用性以及需求性俱高的國語與自然兩學科進行實驗教學研究，以了解多元出題策略融入此兩個不同學科的學習效益。本研究應有利多元學生出題實證數據的建立；配合不同學科設計的多元學生出題教案亦可為教學實務上的參考。

㈢ 學生出題策略對認知策略與學習成就影響的理論根基—訊息處理論

訊息處理論（Information Processing Theory）係認知心理學的分支，主要說明人類是如何透過感官察覺、注意、辨識、轉換、記憶等內在心理運作系統，以獲取與運用知識的多重處理歷程（張春興，1996）。訊息處理論強調個體經重要性評估（如：與現階段學習任務或個人目標的相關性），能將外界所接收的訊息刺激，進行複誦（rehearsal）、組織（organization）與精緻化（elaboration）等訊息處理。透過不同認知策略的運作，以增加短期記憶（short-term memory）與長期記憶（long-term memory）內外在的連結。此歷程不僅應能增加訊息的保留與連結，亦應有利訊息的統整、認知結構的重整與學習目標的達成（張春興，1996；Reigeluth, 1983; Weinstein, Husman, & Dierking, 2000）。

Kilpatrick（1987）曾分析出題的認知過程，認為出題包括聯結（association）：從已知陳述或概念的關聯形成問題；類化（analogy）：應用已知的陳述或概念類化成問題；歸納泛論（generalization）：綜合相關的陳述或概念形成問題；矛盾（contradiction）：改變已知問題之屬性形成新問題。其中，聯結、類化與歸納泛論即屬精緻化的表徵，而矛盾即為Brown與Walter（2005）「如果不是」出題策略，亦涉及精緻化運用。為完成出題任務，不論採用聯結、類化、歸納抑或矛盾出題，學生必須從已知陳述或概念出發。除非教師已提供明確的「已知陳述或概念」為出題標的，學生必須先尋求「已知陳述或概念」，此歷程即涉及教材內容的反覆研讀（複誦）與重點組織。尋求「已知陳述或概念」後，才能據以進行聯結、類化、歸納、矛盾等精緻化認知活動。就訊息處理論論之，此類活動應能促發一連串的訊息處理運作，有利認知策略與學習成就增長。

于富雲、劉祐興（2008）即以訊息處理論分析學生出題策略歷程：為完成出題學習活動，學生需先自我搜尋並判斷、篩選出研習課題內容的學習重點（屬注意、組織），以為出題標的。為達此目標，學習者應會反覆翻閱研讀教材（屬複誦）。另，在題目撰寫與解題的過程中，為確認題目的描述性與可解性，反覆閱讀與修改亦是可預期的學習活動與歷程。此外，為設計一具鑑別度與難度的題目，學習者亦應會進行相關概念以及個人經驗的連結、比較與整合（屬精緻化），甚或參酌其他學習素材（如：參考書、網站），以掌握概念重要特質與關係的相似處或相異處。以上行為與歷程應有助學生啟動複誦、組織與精緻化等認知策略，並對學習教材有深一層的理解。

上述解析雖可支持學生出題策略對認知策略的正面影響，然而，目前國內外僅有的兩篇實證研究皆採單一出題策略，有關多元出題策略學習成效實有賴進一步的研究加以驗證。

㈣ 學生出題的研究趨勢

截至目前為止，國內外已累積為數可觀的學生出題相關實證研究。透過台灣期刊論文索引系統、台灣博碩士論文知識加值系統、教育論文線上資料庫，以「學生出題」、「擬題」為關鍵字，並以problem posing、question posing、student-generated questions, student question generation、student constructed assessment items等為關鍵字，透過ERIC與EBSCO資料庫，針對標題欄位進行搜尋。刪除非實徵性研究與重複的研究後，一共獲取131篇研究。

結果分析發現，雖然第一篇學生出題實證研究為Keil於1965年所出版（旨在探討學生出題策略對六年級學生數學學習成就的影響），但由圖1可見，直至2002年起學生出題策略才開始引起較廣大學者的注意與興趣，研究數量呈現直線上昇的趨勢，且有超過65%實證研究（66.91%）出版於過去十年內。

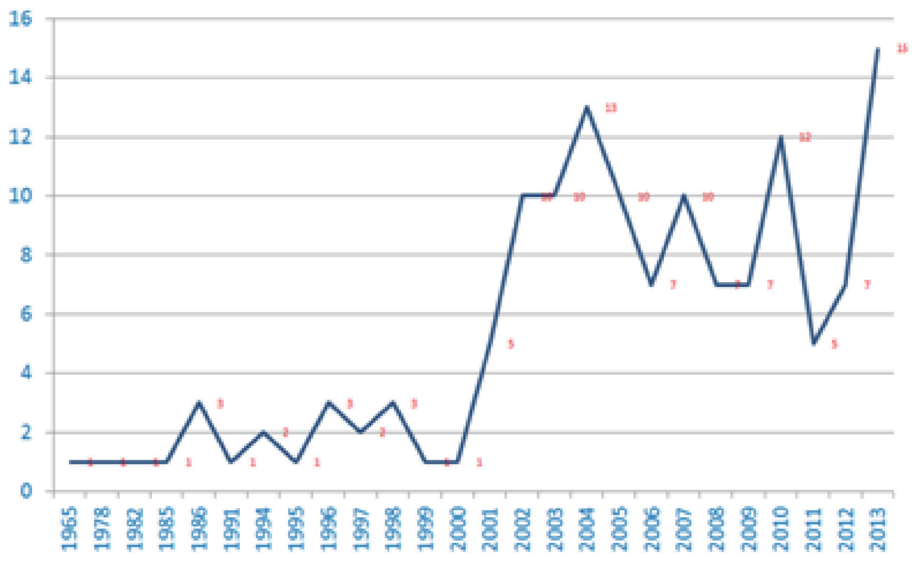


圖1　學生出題實證研究的趨勢分析

再就應用學科領域論之，由圖2可見，數學佔已有研究近70%（69%），為目前最常被運用的學科領域，其次為自然科學（14%，含生物、物理、化學、醫學等）。進一步依年度分析發現（圖3），直至2001年起學生出題才較為不同領域、各類學科教師運用。

再者，雖然國內學生出題實證研究的研究對象綜跨國小、國中、高中到大學等不同教育階段，其中，國小階段涵蓋近60%研究實施場域（57.69%），其次為大學階段（佔26.15%）。而就學習成效的影響言之，除了多數研究都會對學習成就進行探討（54.96%）外，其對出題能力（38.17%）、學習態度（14.50%）與出題類型（14.50%）亦為不少學者研究關注的焦點（見圖4）。

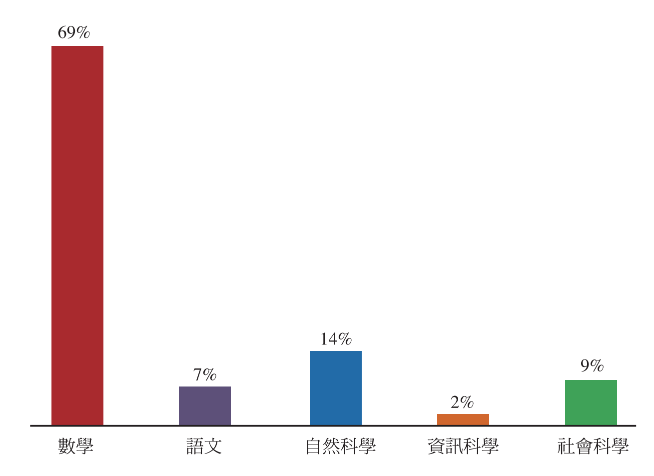


圖2 學生出題於不同領域運用的研究分析

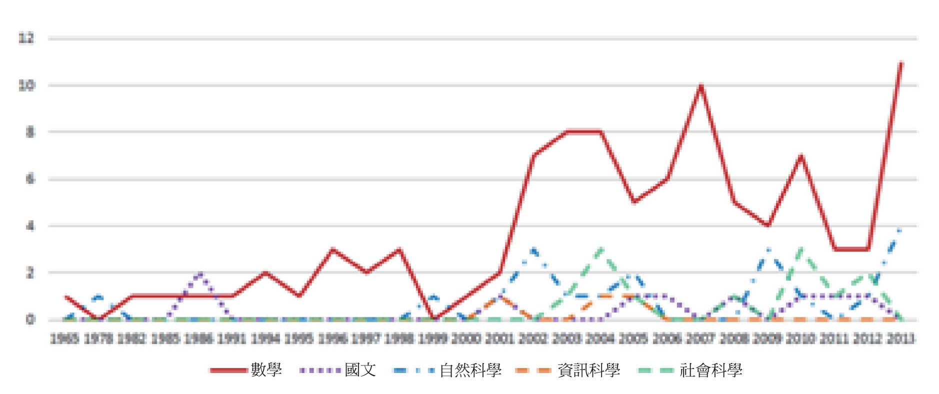


圖3 學生出題於不同領域運用的趨勢分析

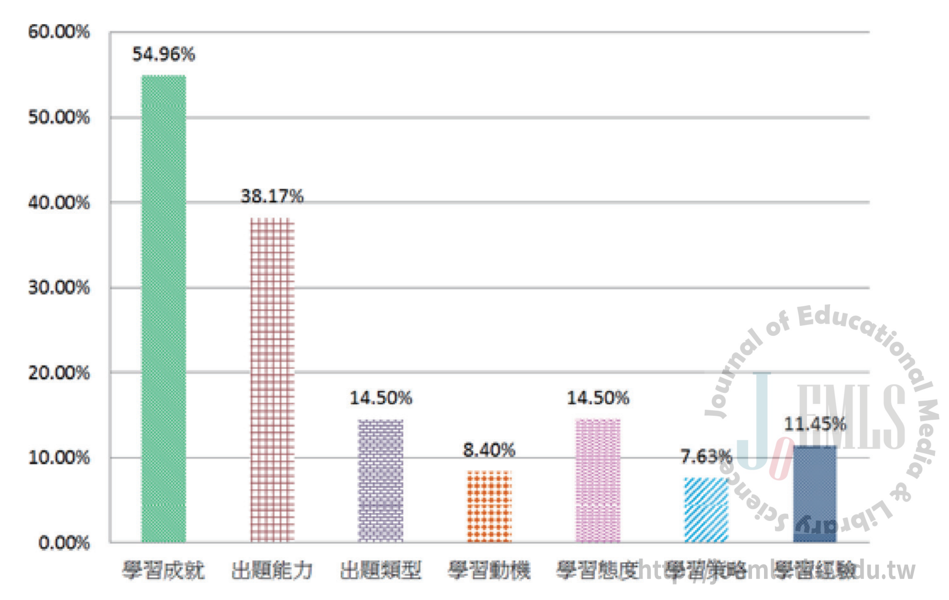


圖4 學生出題學習成效影響的實證研究分析

最後，以學生出題進行形式論之（口頭、紙筆、網路），雖然目前絕大多數的研究採紙筆出題的方式進行之（68.70%，圖5），進一步依年度分析發現（圖6），隨著數位科技的發展與其媒體優勢，2001年起開始有學者進行網路學生出題相關系統的研發與實證研究。網路學生出題儼然已為一創新學習與評鑑策略。

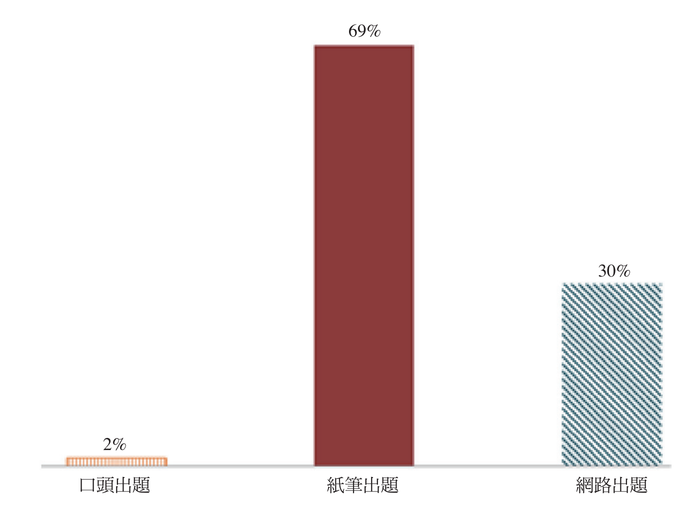


圖5　不同學生出題方式的研究分析

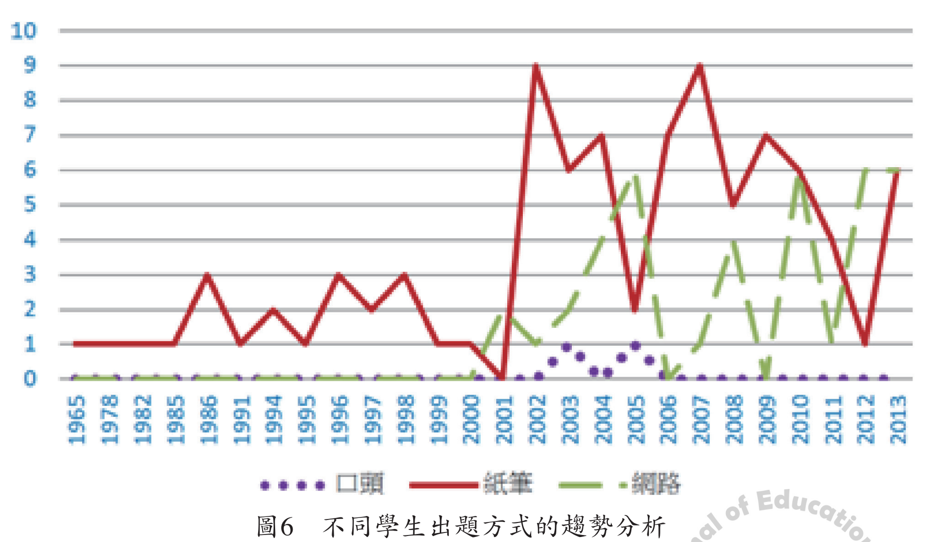


圖6　不同學生出題方式的趨勢分析

整體論之，雖然已有實徵研究結果多支持學生出題策略對學習成就（尤慶吉，2012；林慶宗，2005；陳淑芳，2007；張育綾，2008；蕭景文，2005；鍾雅琴，2002；Behrend & Mohs, 2006; Toluk-Uçar, 2009）、學習動機（陳金章，2007；陳錦芬、曾泓璋，2006；張育綾，2008；Chin & Brown, 2002）、問題解決（Dori & Herscovitz, 1999; Perez, 1985）、學習策略（于富雲、劉祐興，

2008；Yu & Hung, 2006）、組內溝通互動（Yu & Liu, 2005b）、創造力（Brown & Walter, 2005）以及學科態度（尤慶吉，2012；林慶宗，2005；Perez, 1985）的學習效能，但目前已有研究僅採用單一學生出題策略。如前所述，由於學生出題有多種策略，而各策略明確度、聚焦性與難度不僅各不同（Rosenshine et al., 1996），其運用實可考量學科與教學單元特性做不同的搭配與選用，而非制式地採用單一出題策略（于富雲，2012）。再者，雖然學生出題相關實證性研究多支持其對不同學習成效的正面影響，由研究趨勢可看出，有關學生出題策略對高層次認知能力的探究，尤其就學生出題核心理論根基—訊息處理理論所支持其對「認知策略」的影響，目前僅有Yu與Hung（2006）以及于富雲與劉祐興（2008）兩篇實證研究，且也是侷限於單一學生出題運用。最後，由研究趨勢可看出，網路學生出題是新興的研究議題。依此，本研究期探討網路多元學生出題策略配合國小學科教學對學生認知策略與學習成就的影響。

三、研究方法設計

㈠ 研究對象與選用融入學科之教學情境

本研究以南部一所國小五年級的二個班級（共56位學生）為研究對象。選擇五年級的主要原因是考量學生在認知發展階段已進入形式運思期，故應具備學生出題活動期誘發與引導學生進行研讀教材內容的組織與精緻化等訊息處理思考活動。此外，根據學生出題實證研究趨勢數據資料所示，已有實證研究超過半數皆以國小為教學實施情境，顯示國小高年級生應具備足夠的認知準備度。再者，該校電腦課程從三年級開始實施，學生應已掌握電腦的基本操作技能（如：文書處理、打字、繪圖軟體簡易應用、檔案儲存與管理、瀏覽器資料搜尋等），對本研究採用的數位學習系統應不會有操作技能不足的問題。

此外，研究者參酌Davis、Bagozzi與Warshaw（1989）所提出的科技接受度（Technology Acceptance Model）兩重要向度—感知易用性（perceived ease-of-use）與感知有用性（perceived usefulness），在14個學生出題策略中小學教學與推廣說明場景，請參與教師分就個別領域專業，進行學生出題策略適用性的評估發現：雖然不同學生出題策略在各學科領域皆有適用性，然就國小學習領域而言，國語科因每冊皆含有不同文體教材（如：敘事文、說明文、論說文、應用文、韻文等）而有選用不同學生出題的實際需求，而國小自然科則因同時強調教師教學與學生實驗操作兩不同要元，在教學活動具變化性下，對不同學生出題策略亦有實際的需求。根據「能適用學生出題策略種類數最多」的結論，並在能配合實驗學校教師教學進度的前提下，本研究選取國語與自然兩領域為本研究實驗教學的科目，以探討多元學生出題策略配合不同學科運用對學生複誦、組織、精緻化等認知策略以及學科學習成就的影響。再者，為避免授課教師之

性別、年資與教學風格可能產生的差異影響，研究者挑選參與的兩個班級，其國語科與自然科的授課老師皆為男性且屬資深教師（教學年資皆已超過八年）。兩位自然科教師採上課講述為主、實驗操作為輔的教學模式，而兩位國語科教師皆採課堂講述為主、教學光碟補充為輔的教學模式。

最後，本研究配合實驗學校自然科與國語科採用教科書（翰林版）與教師各週教學進度，實驗教學期間國語科共涵蓋六課，記敘文體、應用文體、生字難詞與句型為研習重點。自然科課程涵蓋兩單元，以熱的傳播與影響、物質的溶解性，以及水溶液的酸鹼性與導電性等主題為主。各課程單元主題與學習目標，見附錄B與C。

㈡網路學生出題系統

有感於網路媒體的眾多優勢，本研究採用Yu（2009）研發的QuARKS系統，支援學生出題活動。出題功能主要涵蓋三部分（見圖7）：1.題目欄位為學生編輯題目內容的空間。經由編輯題目上方的匯入範本功能，學生可檢視當週學生出題策略清單，並可參考範例進行學生出題（見圖8與圖9）。2.答案欄位為目前編寫題目的正確答案敘述空間。3.說明欄位則為此題目的參考資料來源、出題重點與目的等說明空間。

QuARKS出題系統不僅可讓學生在系統開放時段內，依個人需要隨時進行題目的暫存、更新與修改，更可依個人偏好使用文字格式編輯工具或加入多媒體影音檔案，以增加題目的解說力與豐富度。另，除可讓學生將出題內容簡便地繕打並儲入系統，QuARKS更提供教師動態調整學生觀看與使用的出題策略與範例功能，以支援教師配合各學科與單元特性而設定開放特定的出題策略。

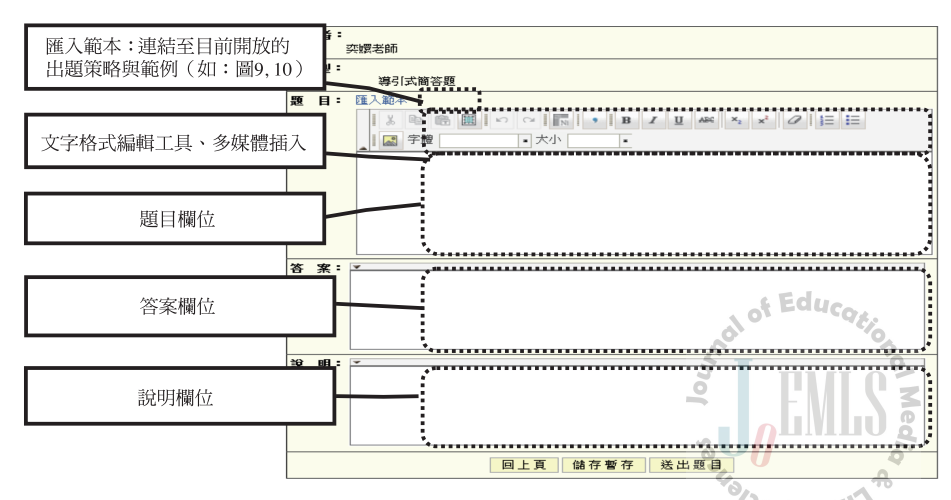


圖7　學生出題系統的出題介面（彩圖請見電子檔）

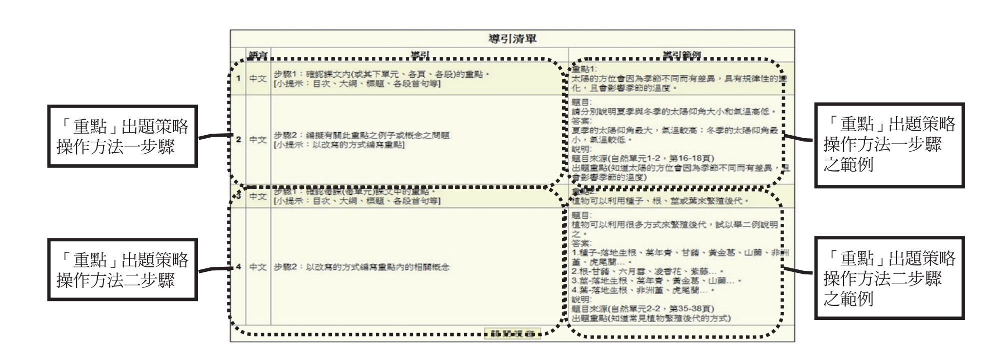


圖8　重點出題策略之操作步驟與範例介面（彩圖請見電子檔）

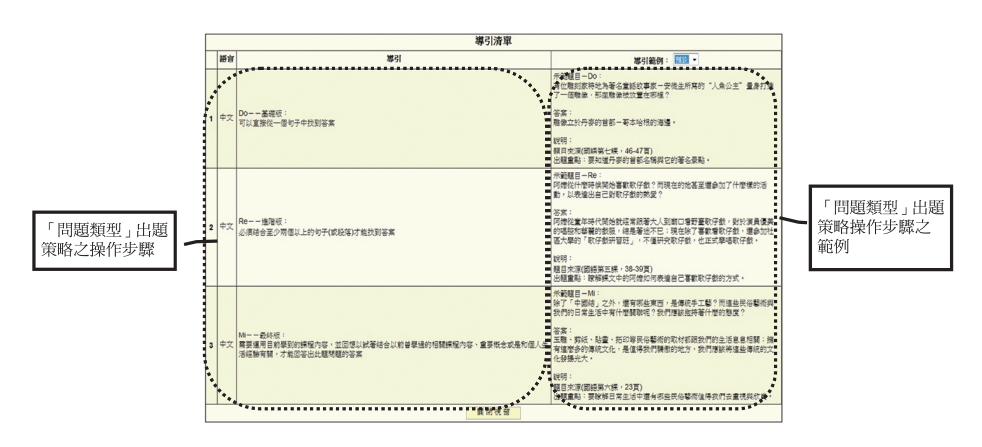


圖9　問題類型出題策略之操作步驟與範例介面（彩圖請見電子檔）

㈢研究設計與實施程序

本研究概分四階段進行，茲說明如下：

1. 準備與前測階段

本研究除了藉由先前在14個學生出題策略中小學的教學與推廣說明場景確保學生出題策略適用於國小五年級學生之外，考量每種學生出題策略各有其優勢與特性，為進一步確保所選用的出題策略適合學科單元，正式實驗進行前，研究者參酌Dick、Carey與Carey（2011）所建議的專家評鑑（expert evaluation）作法，邀請在國語科和自然科至少有二年以上教學資歷的現任國小教師各三位，就學生出題策略的適合性進行調查。在研究者針對七種學生出題策略進行解說與示範教學後，六位參與教師就參與學校五年級目前採用教科書內容與教學目標，進行適用性排序。分析結果發現：六位老師皆認為題幹出題策略適用極低，故排除於本研究外。另，三位自然科老師皆認為故事結構策略對自然科的適用性低，而三位國語科老師皆認為「如果不是」策略對國語科的適用性差，故此兩種出題策略亦分別排除於本研究自然科與國語科教學中。

為確保研究效度，研究者撰寫完整的教師指引手冊，以為教學實驗階段實施的依據。在實驗教學進行前，進行國語科與自然科認知策略量表的施測，並收集參與學生國語科與自然科第一次定期評量的成績。

2. 教學實驗階段

本研究採前後測對照組準實驗研究方法，將參與研究的二個班級以隨機分派的方式分至實驗組（28位）與傳統自習組（28位）。考量五年級上學期剛分班，開學初期學生與教師尚在熟悉階段，教學與學習情形可能較不穩定，故於第一次定期評量後開始教學實驗。

教學實驗期間，實驗組學生配合教師每週教學進度，利用晨間時間前往該校電腦教室，進行為期共八週的國語科與自然科每週各一次之網路多元學生出題學習活動（計16次，每次各35分鐘）。傳統自習組學生同樣配合教師教學進度，於同時段在各班教室進行國語與自然科每週各一次的自習活動（計16次，每次各35分鐘）。自習活動期間，參與授課老師要求學生針對該週上課教材內容與練習作業（包括：課本、習本、作業本、習作、練習卷等）進行複習工作。

由於實驗組學生先前並無學生出題的相關經驗，實驗第一週安排學生出題系統與出題技巧的訓練課程，讓學生具備系統操作與出題基礎技能。接續，實驗組學生每週接受一種適合該研習主題的學生出題策略訓練課程，再配合各週學習課題進度，進行線上出題學習活動。此外，為讓實驗組學生了解出題策略於學科運用的方式，研究者以國語科與自然科第一次定期評量為範圍，除了針對各出題策略的操作步驟進行教學外（見圖8與圖9左半部），更提供對應的參考範例（見圖8與圖9右半部）。

考量不同出題策略各有其優勢，且學生出題強調學生建構意義的歷程，為讓學生經驗與實踐多元學生出題策略的運用，在最後二週研究者開放適用國語科與自然科授課內容的所有出題策略，讓學生自由選擇任一出題策略，進行出題活動。所有實驗教學活動於該校第二次定期評量的前一週結束。

3. 後測階段

本研究實施八週後，進行國語科與自然科認知策略量表施測，並以該校第二次國語科與自然科評量試卷為學習成就的檢核工具。

㈣ 研究工具

1. 自然科認知策略量表

本量表採用洪琮琪（2002）修改自程炳林、林清山（2000）中學生自我調整學習量表中認知分量表的學習策略量表。該量表包含三個認知策略：複誦策略（6題）：係指學生能對學習材料反覆複誦，以增進短期記憶的功能；精緻化策略（6題）：指學生能將既有知識與新知識進行統整，以強化外在聯結的效果；組織策略（6題）：是指學生能對學習材料加以組織，以協助內在聯結的效果（見附錄A）。

洪琮琪（2002）以303名國小高年級學生進行工具信效度檢測，以主軸法進行因素分析，抽出二個特徵值大於1的因素。斜交轉軸後的組型負荷量絕對值介於.50~.93之間，共同性介於.54~.74之間，共可解釋62.13%總變異量。由於抽取的兩因素間相關絕對值高達.71，故將兩因素合併，統稱為認知策略量表。原量表測得Cronbach α內部一致性係數為.96，本研究以56名參與學生進行信度考驗，Cronbach α信度係數為.87，顯示此份量表具有良好信效度。

本量表採李克特六點量表型式作答，反應選項為完全符合、相當符合、有點符合、有點不符合、相當不符合、完全不符合，其評分方式為依序得6分、5分、4分、3分、2分、1分。總分越高代表研讀自然科歷程中學生使用認知策略越多。

2. 國語科認知策略量表

本量表將洪琮琪（2002）針對自然學習領域所編修的學習策略量表進行文句修改。為符合國語學科特定領域，除了針對必要的應用情境做修改外（由自然科改為國語科），保留原量表所採的因素結構、各因素題數、反應量表型式與反應選項文字。

本量表修改完成後，以彰化縣一所公立國小五年級三個班級（共93名學生）進行信、效度考驗。因素分析以主軸法進行，保留特徵值大於1的因素，共抽出三個與原量表結構一致的因素。三個因素組型負荷量絕對值介於.90~.37之間，共同性（h^2）介於.41~.77間，共可解釋全量表57.54%總變異量。由於斜交後三個因素相關絕對值高達.70，故將因素予以合併。總量表Cronbach α係數為.94。本研究以正式樣本（56名學生）所進行的信度考驗，Cronbach α係數為.88。整體論之，此份量表具有良好的信效度。

本量表同樣採用李克特六點量表型式作答，反應選項為完全符合、相當符合、有點符合、有點不符合、相當不符合、完全不符合，總分越高代表研讀國語科歷程中學生使用認知策略越多。

3. 國語科和自然科定期評量試卷

本研究以參與學校兩次定期評量試卷為國語與自然科學習成就的檢測工具。兩次國語科定期評量試卷包含國字填空題、改錯字、部首/造詞/造句以及選擇題等四種常見題型。國字填空題試題如：星期天，我們全家去餐廳點了一桌豐「ㄕㄥˋ」的菜「ㄧㄠˊ」，吃得真滿足（正確答案：盛、餚）。改錯字試題如：悅讀遇言故事常使人有意外的啟發（正確答案：閱、寓）。選擇題試題如：下列「 」中的字，哪一個字的部首和其他三個不同？①「孔」廟 ②「孵」化 ③「存」款 ④哺「乳」（正確答案：④）。

兩次自然科定期評量試卷以是非題、選擇題、連連看與填空題等四種常見題型為主。是非題試題如：固態的物體只會利用對流的方式傳播熱，而液態的

物體會用傳導的方式傳播熱（正確答案：×）。選擇題試題如：以下何者可證明水溶液能產生通路的方法？①燈泡會發亮　②小馬達會轉動　③電線附近會產生氣泡　④以上皆可能（正確答案：④）。連連看試題如：將不同的水溶液滴在不同顏色的石蕊試紙上，會出現哪些情形呢？（圖10）

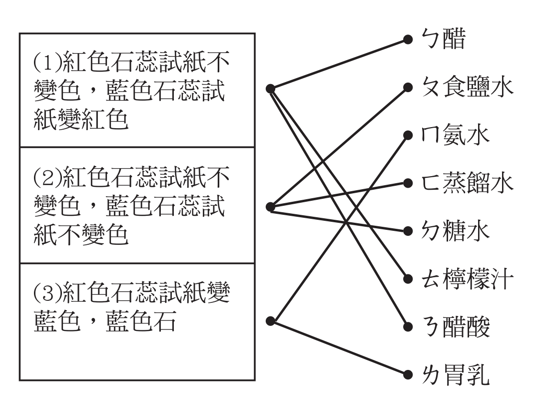


圖10　連連看試題與答案

填空題試題如：下列所敘述的現象與說明主要和哪一種熱的傳播方式有關？請將代號填入（ ）中。ㄅ傳導　ㄆ對流　ㄇ輻射

⑴（ ）在太陽下晒乾衣服（正確答案：ㄇ）

⑵（ ）用鍋子煎荷包蛋（正確答案：ㄅ）

⑶（ ）打開門窗，讓室內變得涼快（正確答案：ㄆ）

⑷（ ）瓦斯爐上炒菜鍋內的奶油融化了（正確答案：ㄅ）

⑸（ ）冷氣機吹出冷空氣，讓人感覺涼快（正確答案：ㄆ）

研究者以參與研究兩個班級學生的填答資料進行分析，國語科第一次定期評量試題整份測驗的難度介於 .30~.94，平均難度 .67；鑑別度介於 .11~.78，平均鑑別度.42，內部一致性信度.81；第二次定期評量整份測驗難度介於.32~.97，平均難度為 .75；鑑別度介於 .07~.87，平均鑑別度 .39，內部一致性信度 .83。自然科第一次定期評量整份測驗的難度介於 .28~.98，平均難度 .67；鑑別度介於 .10~.77，平均鑑別度 .38，內部一致性信度 .82；第二次定期評量整份測驗的難度介於 .47~.97，平均難度 .76；鑑別度介於 .07~.80，平均鑑別度 .35，內部一致性信度 .81。綜合Carry與Wilson（1968）以及Ebel與Frisbie（1991）針對試題難易度與鑑別度標準（即：整體試題難度指數在 .50 上下，鑑別度指數在 .30 以上屬優良），同時參酌本研究內部一致性估計值（.80 屬好），整體論之，本研究成就測驗工具良好。

四、結果發現

本節主要呈現網路多元學生出題策略融入國小國語科與自然科，與傳統自

習組相較，對學生認知策略運用與學習成就的影響。以各學科認知策略前測與第一次定期評量成績表現為共變數，各學科認知策略後測與第二次定期評量成績表現分別進行共變數分析統計考驗。在進行共變數分析前會先進行組內迴歸係數同質性考驗，確認共變項（前測分數）與依變項（後測分數）間的關係不會因自變項各處理水準的不同而有異，符合共變數組內迴歸係數同質性假設。

㈠不同實驗組別在國語科認知策略之影響

不同組別在國語科認知策略前、後測的描述統計資料見表1。由於組內同質性檢定結果未達顯著水準，$F(1, 52) = .33$，$p > .05$，故逕行共變數分析。結果顯示：兩組在國語科認知策略差異達顯著，$F(1, 53) = 14.49$，$p < .05$，實驗組（調整後平均數＝83.26）在國語科認知策略得分顯著高於傳統自習組（調整後平均數＝68.31）。

㈡不同實驗組別在自然科認知策略之影響

兩組在自然科認知策略前、後測表現如表1所示。由於組內迴歸係數同質性考驗未達顯著水準，$F(1, 52) = .58$，$p > .05$，逕行共變數分析，結果發現：兩組在共變數分析結果達顯著差異，$F(1, 53) = 19.70$，$p < .05$，且實驗教學組（調整後平均數＝85.35）在自然科認知策略後測分數顯著高於傳統自習組（調整後平均數＝69.36）。

表1　不同組別國語科與自然科認知策略前、後測描述統計對照表

組別（人數）	實驗組（28）	傳統自習組（28）
國語科		
前測平均數（標準差）	70.50（21.56）	80.93（16.31）
後測平均數（標準差）	80.64（19.43）	70.93（14.13）
調整後平均數	83.26	68.31
自然科		
前測平均數（標準差）	76.61（13.60）	78.43（17.19）
後測平均數（標準差）	84.68（14.99）	70.04（19.80）
調整後平均數	85.35	69.36

㈢不同實驗組別在國語科學習成就之影響

兩組國語科學習成就前、後測的表現如表2所示。由於組內同質性檢定結果未達顯著水準，$F(1, 52) = 3.72$，$p > .05$，進行共變數分析，結果顯示：兩組在國語科學習成就共變數分析結果未達顯著差異，$F(1, 53) = .53$，$p > .05$。

㈣不同實驗組別在自然科學習成就之影響

兩組自然科學習成就前、後測的表現見表2。進行共變數分析前先確認符合組內同質性假設，$F(1, 52) = 1.46$，$p > .05$。共變數分析結果發現：兩組在

自然科學習成就未達顯著差異，$F(1, 53) = 1.35$，$p > .05$。

表2 不同組別國語科與自然科學習成就前、後測描述統計對照表

組別（人數）	實驗組（28）	傳統自習組（28）
國語科		
前測平均數（標準差）	81.29（7.86）	75.18（9.99）
後測平均數（標準差）	82.00（7.12）	79.21（8.95）
調整後平均數	81.43	79.79
自然科		
前測平均數（標準差）	79.50（6.11）	79.39（8.97）
後測平均數（標準差）	86.50（4.45）	84.25（10.83）
調整後平均數	86.47	84.28

五、討論與建議

㈠討論

1. 網路多元學生出題策略對國語與自然科認知策略的影響

現有學生出題策略研究多認為學生構思題目的歷程能觸發適應性學習行為與高層次的心理認知功能（如：創造力、批判能力、問題解決），幫助學生將新習得的知識與舊知識、生活經驗相結合。如洪琮琪（2002）針對國小六年級學生，利用網路出題系統配合自然科所進行的研究即發現：學生出題策略組對精熟目標、趨向表現目標表現顯著優於未進行學生出題策略組。莊美蘭（2003）針對國中一年級數學科研究發現，學生出題內容多與學生周遭生活經驗相關；此外，經由個人創意擬題與修正題目的歷程有助察覺、轉化、解題、評析等能力的發展。Barak與Rafaeli（2004）針對商學企管研究生所進行的學生線上出題對學習與知識分享的研究結果顯示：學生能提出高認知水準題目，且出題歷程有利高層次思考能力的發展。

雖然已有學生出題針對不同教育階段不同學科的實證研究已能支持其對深層認知訊息處理、高層次思考能力與主動學習行為的促發作用（于富雲、劉祐興，2008；Brown & Walter, 2005; Dori & Herscovitz, 1999; Rosenshine et al., 1996; Yu & Hung, 2006; Yu & Wu, 2012），然而，目前學生出題研究並未能配合學科單元特性採用多元學生出題策略。有鑑於此，本研究假設多元學生出題策略配合國語科與自然科教學對學生認知策略應有提升作用。本研究資料分析結果支持此研究假設，發現網路多元學生出題策略，相對於傳統自習組，對複誦、精緻化、組織等認知策略使用有顯著較優效果。經由學生出題活動任務安排，參與學生較能以不同方式（如：口說、重點抄寫、眼讀等）與方法（如：畫線、重點整理等），就國語以及自然科研讀教材（如：課堂筆記、課文內容、參考書或課本習作內題目等）進行反覆背誦與表達描述，以及進行相關經驗或概

念的連結。

就訊息處理理論分析之，編擬題目歷程應有利學習者不斷進行新知識與經驗的複誦與組織，以及與既有舊知識與經驗的連結與精緻化。此外，藉由正確答案研擬的過程，應有利相關知識的不斷檢視、搜尋與處理；一系列出題學習歷程應能強化知識體系下各概念訊息間的既有聯結，且有助新聯結的建立，而對研讀課題有加深加廣的學習，故整體論之，學生出題策略應對認知策略有提升作用（邱廷榮、于富雲，2011）。在本研究中，在多元學生出題策略的協助下，經由如：「提示語」出題策略對研習課題內容在人、事、時、地、物、原因與過程等重要訊息之辨識與重視（Rosenshine et al., 1996）；「重點」出題策略所強調課文目次/大綱/標題/各段句首等之重點標示以及學習重點與其相關重要細節之掌握（于富雲，2012；Dreher & Gambrell, 1985; Ritchie, 1985）；「問題類型」出題策略所強調對課程內不同認知層次重要概念的擷取、組成以及相關單元課程知識、生活經驗的整合與連結（于富雲，2012；Raphael & Pearson, 1985）；「故事結構」出題策略強調對教材內情境背景、主要人物、目標與重要情節的掌握（吳念周、于富雲，2011；Nolte & Singer, 1985; Knudson, 1988）；「正確答案」強調解釋性與描述性知識網絡的形成（于富雲，2012）以及問題結構關係建立的機會（Stoyanova & Ellerton, 1996）；以及「如果不是」出題策略強調教材內重要屬性與結構關係的擷取、比較（Brown & Walter, 2005）與逆向思考、彈性知識架構建立的可能（于富雲，2012）等，多元學生出題策略能引導學生不斷進行擷取與組織個人認為重要的研習素材，以及搜尋並提取長期記憶中的先備知識，以促使更多新舊訊息間的延伸、強化與連結，進而對複誦、組織、精緻化等認知策略使用頻率與技巧有顯著正面的影響。

如前所述，目前學生出題實證研究都是採用單一學生出題策略，尚無研究配合不同學科教學情境設計多元學生出題策略並檢視其對認知策略的效果。本研究配合國小國語科與自然科教師教學進度與內容所獲得一致與正面的結果，擴充目前學生出題在認知策略上的實證基礎，另，所擬出一系列多元學生出題策略教學亦可提供國小教師參考或直接採用。

2. 多元學生出題策略對學習成就的影響

出題策略強調讓學生藉由出題活動，以主動、積極地處理所接收的訊息，產生個人化的知識，應有助短期記憶進入長期記憶機會的提高，減少訊息被遺忘的機會，進而對學習成就有正面影響（于富雲、劉祐興，2008）。就訊息處理論論之，學生若僅單方面接收教師傳達的訊息，不主動進行訊息編碼、複習或組織等處理行為，訊息將很快被遺忘，難以保留（張春興，1996）。依此，本研究假設網路多元學生出題組應有利學習成就表現的提升。

由本研究收集的資料發現，網路多元學生出題組在國語科與自然科第二次

定期評量成績皆高於傳統自習組的成績表現，然而，共變數統計分析結果未發現多元學生出題策略組與傳統自習組在學習成就上有顯著差異。易言之，不同教學策略並未對學生的學習成就產生顯著不同的影響。雖然本研究結果未發現學生出題顯著較佳的學習成就表現，卻能呼應于富雲與劉祐興（2008）以及洪琮琪（2002）分別針對大學土木工程類科以及國小自然科教學的研究結果，支持配合學科教學所設計的多元學生出題策略與傳統自習教學安排對學生學習成就有相當的學習助益性，僅是差異效果未達顯著水準。

誠如文獻探討所見，以往學生出題策略在學習成就多呈現顯著正面的影響，與本研究結果不同。進一步解析此不顯著結果後發現，本研究與于富雲與劉祐興（2008）以及洪琮琪（2002）研究皆因考量研究的外在效度，直接採用參與學校或教師的定期評量試卷或期中、期末試卷為學習成就的檢測工具。誠如于富雲與劉祐興（2008）以及洪琮琪（2002）結果分析所述，可能題目內容並未特別針對學生出題有利的高層次問題設計，而造成學生出題策略對高層次認知能力學習效果無法凸顯的結果。

㈡ 研究限制以及教學與未來研究建議

本研究分析結果發現，相較於傳統自習組，網路多元學生出題配合國小國語科與自然科教學之運用有較佳的學習成就表現（未達顯著水準），另，其對學生認知策略運用有顯著較優效果。鑑於學習策略對學習具有長足的影響力，而不同出題策略各有其優勢、特性與學科單元的適用性，建議教師選用學生出題策略時，能不侷限於單一學生出題策略運用；在考量學科領域與單元特性下，能適時地選用適用性佳的不同出題策略（提示語、重點、問題類型、故事結構、正確答案、「如果不是」及題幹），以擴展學生的認知策略能力。多元出題的運用方式，不僅得以發揮不同出題策略的優勢與特點，亦應可藉多元策略運用的變化性與多樣化，增加教學的新奇與效能（Yelon, 1996）。

儘管本研究結果支持網路多元學生出題對國小五年級學生國語與自然科認知策略的正面影響，考量多元學生出題策略融入個別課室教學前，有賴教師依個別單元與學科特性做合適度的評估，且不同出題策略的核心概念不同，故融入前教師應提供學生基本的訓練課程，以確保學生能掌握多元出題的核心概念與技能。依此，研究結果於其他情境（如：不同學科領域、教育階段、年級等）的教學運用以及研究外推性，有賴其他教師與學者進一步的評估與確認。

此外，有鑑於不同出題策略各有其優勢與特性，建議未來研究者可針對適用於同一學科單元的不同出題策略（如：參酌本研究調查研究結果所得：提示語、重點、問題類型、故事結構、目標字詞等五種出題策略適用於國語科），學習成效之影響做一深入探究，以建立個別學生出題策略學習成效的實證基礎。

再者，針對採用網路科技以支援多元學生出題活動的實施方式，未來研究者可參酌多媒體理論、創造力、批判思考或問題解決等理論，採混合研究方法，並經由邀集不同參與對象（如：教師、學生），以了解不同學生出題策略實際實施情形。經由結合量化與質化的資料收集與分析方法，除可了解教師與學生系統使用的困難與觀感，經由學習歷程與產出（題目）的觀察與內容分析，更能進一步對多元出題策略對題目品質、學生出題能力、學習歷程與高層次思考能力之影響深入探究，而對多元學生出題策略如何促發重述、反思、分析、統整等認知歷程而對高層次思維能力之增進有更深入的解析與了解。

另外，考量不同學生出題策略於同一學科有其共用性，在當今強調學習者自決與正視學習者個別動機、興趣、偏好與需求的人本教育理念驅動下（Ediger, 2006），研究者可適時同時開放多種不同學生出題策略，以讓學生自選合宜的出題策略輔助學習。配合質性研究資料收集與分析方法下，應能對不同學生出題策略選用的原因以及其對學習成效之影響有較深入的了解。

最後，目前不同學生出題策略尚停留在教學設計階段，雖然學界針對學生出題的理論基礎已有論述，唯有關不同學生出題策略對學習影響的個別理論根基目前尚未有文獻進行解析。此部分實有待學者進一步經營，以厚植個別學生出題策略的理論根基。

誌　謝

本研究感謝國科會計畫經費補助（網路學生出題系統之鷹架輔助：研究導向設計與學習效果分析，計畫編號：NSC 99-2511-S-006 -015 -MY3）。

參考文獻

于富雲（2012）。網路學生出題系統之鷹架輔助─研究導向設計與學習效果分析（NSC 99-2511-S006-015-MY3）。台南市：國立成功大學教育研究所。

于富雲、劉祐興（2008）。學生出題策略與傳統練習策略對大學生學習成就、認知與後設認知策略使用之影響。教育與心理研究，*31*(3)，25-52。

尤慶吉（2012）。線上合作擬題活動對高一學生數學學習成效與學習態度之影響（未出版之碩士論文）。中興大學資訊管理學系所，台中市。

方文鋒（2009）。合作擬題教學法對國一學生在一元一次方程式解題之影響（未出版之碩士論文）。國立臺南大學數學教育學系，台南市。

王俐文（2008）。融入擬題的幾何證明教學對國三學生幾何能力之影響（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學科學教育研究所，彰化市。

吳念周、于富雲（2011年4月）。學生出題策略融入國小閱讀課程之行動研究。中小學教師專業發展學術研討會發表之論文，高雄市。

吳進寶（2005）。國小五年級擬題教學之研究～以整數四則混合運算為例（未出版之碩士論文）。國立中山大學教育研究所，高雄市。

坪田耕三（1987）。*いきいき算数子どもの問題づくり：1•2•3年*。日本：国土社。
林宜篇、于富雲（2011）。學生網路出題教學策略對國小學生生命教育學習成效之影響。*新竹教育大學學報，28*(2)，29-56。
林原宏、許淑萍（2002）。乘除擬題能力測驗編製及其實證研究。*測驗統計年刊，10*，135-171。
林慶宗（2005）。*小組合作學習和擬題在資訊融入數學學習之探究*（未出版之碩士論文）。國立嘉義大學教育科技研究所，嘉義市。
邱廷榮、于富雲（2011）。網路學生出題策略應用於國小古典詩課程其成效之研究。*教育科學研究期刊，56*(4)，99-128。
洪琮琪（2002）。*網路出題與合作學習對學習成效之影響*（未出版之碩士論文）。國立成功大學教育研究所，台南市。
翁聖恩（2008）。*遊戲式擬題系統對學習投入、擬題能力及解題能力提升之研究*（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學資訊教育學系，台北市。
張育綾（2008）。*學生網路出題於國小英語學科對學習成效的影響*（未出版之碩士論文）。國立成功大學教育研究所，台南市。
張春興（1996）。*教育心理學：三化取向的理論與實踐*（修訂版）。台北：東華書局。
梁淑坤（1994）。「擬題」的研究及其在課程的角色。在臺灣省國民學校教師研習會編，*國民小學數學科新課程概說（低年級）*（頁152-167）。台北縣：省國教師研習會。
莊美蘭（2003）。*國一數學課程中擬題教學活動之研究*（未出版之碩士論文）。國立中山大學教育研究所，高雄市。
陳怡君（2010）。*學生網路出題結合練習活動對國小學童社會學習領域學習成效之影響*（未出版之碩士論文）。國立成功大學教育研究所，台南市。
陳金章（2007）。*擬題活動融入國小五年級數學學習對數學解題表現、數學學習態度影響之研究*（未出版之碩士論文）。國立屏東教育大學數理教育研究所，屏東市。
陳淑芳（2007）。*擬題活動融入小數乘除問題補救教學之研究～以受暗隱模式影響之迷思概念為例*（未出版之碩士論文）。國立屏東教育大學數理教育研究所，屏東市。
陳錦芬、曾泓璋（2006）。小組電腦擬題活動對英語字彙學習成就與學習情意之影響。*國立臺北教育大學學報，19*(1)，89-118。
程炳林、林清山（2000）。*中學生自我調整學習之研究*（*1/2*）（NSC 89-2413-H-035-001）。台中市：逢甲大學教育學程中心。
楊惠如（2000）。*擬題活動融入國小三年級數學科教學之行動研究*（未出版之碩士論文）。國立嘉義大學國民教育研究所，嘉義市。
蕭景文（2005）。*合作擬題線上合作解題系統在國小五年級數學學習成就及態度之研究*（未出版之碩士論文）。國立嘉義大學教育科技研究所，嘉義市。
鍾雅琴（2002）。*合作擬題策略教學對國小五年級資優班與普通班學生分數概念、解題能力與擬題能力之影響*（未出版之碩士論文）。國立台中師範學院國民教育研究所，台中市。
Barak, M., & Rafaeli, S. (2004). On-line question-posing and peer-assessment as means for web-based knowledge sharing in learning. *International Journal of Human-Computer Studies*, *61*(1), 84-103. doi:10.1016/j.ijhcs.2003.12.005
Behrend, J. L., & Mohs, L. C. (2006). From simple question to powerful connections: A two-year conversation about negative numbers. *Teaching Children Mathematics*, *12*(5), 260-

264.

Brown, S. I., & Walter, M. I. (2005). *The art of problem posing*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Cai, J., & Hwang, S. (2003). *A perspective for examining the link between problem posing and problem solving*. In N. A. Pateman, B. J. Dougherty, & J. T. Zilliox (Eds.), *Proceedings of the 2003 Joint Meeting of PME and PMENA Volume 3* (pp. 3-103-3-110). Honolulu, HI: CRDG, College of Education, University of Hawai'i.

Carry, L. R., & Wilson, J. W. (1968). *Item analysis procedures used in the development of tests for NLSMA*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Council for Measurement in Education, Chicago, IL.

Chang, K.-E., Wu, L.-J., Weng, S.-E., & Sung, Y.-T. (2012). Embedding game-based problem-solving phase into problem-posing system for mathematics learning. *Computers & Education, 58*(2), 775-786. doi:10.1016/j.compedu.2011.10.002

Chin, C., & Brown, D. E. (2002). Student-generated questions: A meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, *24*(5), 521-549. doi:10.1080/09500690110095249

Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, *35*, 982-1003. doi:10.1287/mnsc.35.8.982

Dermody, M. (1988). *Metacognitive strategies for development of reading comprehension for younger children*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Association of Colleges for Teacher Education. New Orleans, LA.

Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2011). *The systematic design of instruction* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.

Dori, Y. J., & Herscovitz, O. (1999). Question-posing capability as an alternative evaluation method: Analysis of an environmental case study. *Journal of Research in Science Teaching*, *36*(4), 411-430. doi:10.1002/(SICI)1098-2736(199904)36:4<411::AID-TEA2>3.0.CO;2-E

Dreher, M. J., & Gambrell, L. B. (1985). Teaching children to use a self-questioning strategy for studying expository prose. *Reading Improvement*, *22*, 2-7.

Ebel, R. L., & Frisbie, D. A. (1991). *Essentials of educational measurement* (5th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Ediger, M. (2006). Present day philosophies of education. *Journal of Instructional Psychology*, *33*(3), 179-182.

Kilpatrick, J. (1987). Problem formulating: Where do good problems come from? In A. H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and mathematics education* (pp. 123-147). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

King, A. (1989). Effects of self-questioning training on college students' comprehension of lectures. *Contemporary Educational Psychology*, *14*(4), 366-381. doi:10.1016/0361-476X(89)90022-2

King, A. (1990). Improving lecture comprehension: Effects of a metacognitive strategy. *Applied Educational Psychology*, *5*(4), 331-346. doi:10.1002/acp.2350050404

King, A. (1992). Facilitating elaborative learning through guided student-generated questioning. *Educational Psychology*, *27*(1), 111-126. doi:10.1207/s15326985ep2701_8

Knudson, R. E. (1988). The effects of highly structured versus less structured lessons on student writing. *Journal of Educational Research*, *81*(6), 365-368.

Labercane, G., & Battle, J. (1987). Cognitive processing strategies, self-esteem, and reading comprehension of learning disabled students. *Journal of Special Education*, *11*(2), 167-185.

National Council of Teachers of Mathematics. (1995). *Assessment standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

Nolte, R. Y., & Singer, H. (1985). Active comprehension: Teaching a process of reading comprehension and its effects on reading achievement. *The Reading Teacher*, *39*(1), 24-31.

Perez, J. A. (1985). *Effects of student-generated problems on problem solving performance* (Unpublished doctoral dissertation). Columbia University, New York, NY.

Raphael, T. E., & Pearson, P. D. (1985). Increasing students' awareness of sources of information for answering questions. *American Educational Research Journal*, *22*, 217-235. doi:10.3102/00028312022002217

Reigeluth, C. M. (Ed.). (1983). *Instructional-design theories and models: An overview of their current status*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Ritchie, P. (1985). The effects of instruction in main idea and question generation. *Reading-Canada-Lecture, 3*(2), 139-146.

Rosenshine, B., Meister, C., & Chapman, S. (1996). Teaching students to generate questions: A review of intervention studies. *Review of Educational Research*, *66*(2), 181-221. doi:10.3102/00346543066002181

Short, E. J., & Ryan, E. B. (1984). Metacognitive differences between skilled and less skilled readers: Remediating deficits through story grammar and attribution training. *Journal of Educational Psychology 76*, 225-235. doi:10.1037/0022-0663.76.2.225

Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, *14*(1), 19-28.

Smith, N. J. (1977). *The effects of training teachers to teach students at different reading ability levels to formulate three types of questions on reading comprehension and question generation ability* (Unpublished doctoral dissertation). University of Georgia, Athens, GA.

Stoyanova, E., & Ellerton, N. F. (1996). A framework for research into student's problem posing in school mathematics. In P. C. Clarkson (Ed.), *Technology in mathematics education* (pp. 518-525). Melbourne, Australia: University of Melbourne.

Toluk-Uçar, Z. (2009). Developing pre-service teachers understanding of fractions through problem posing. *Teaching and Teacher Education*, *25*(1), 166-175. doi:10.1016/j.tate.2008.08.003

Weinstein, C. E., Husman, J., & Dierking, D. R. (2000). Self-regulation intervention with

a focus on learning strategies. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), Handbook of self-regulation (pp. 727-747). San Diego, CA: Academic Press. doi:10.1016/B978-012109890-2/50051-2

Yeh, H.-C., & Lai, P.-Y. (2012). Implementing online question generation to foster reading comprehension. *Australasian Journal of Educational Technology*, *28*(7), 1152-1175.

Yelon, S. L. (1996). *Powerful principles of instruction*. While Plains, NY: Longman.

Yu, F. Y., & Hung, C.-C. (2006). An empirical analysis of online multiple-choice question-generation learning activity for the enhancement of students' cognitive strategy development while learning science. In T. Simos & G. Maroulis (Eds.), *Recent progress in computational sciences and engineering: Lectures presented at the International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering 2006 (ICCMSE 2006)* (pp. 585-588). Netherlands: VSP International Science Publishers.

Yu, F.-Y. (2009). Scaffolding student-generated questions: Design and development of a customizable online learning system. *Computers in Human Behavior*, *25*(5), 1129-1138. doi:10.1016/j.chb.2009.05.002

Yu, F.-Y. (2012, November). Learner-centered pedagogy + adaptable and scaffolded learning space design-online student question-generation. In W. Chen et al. (Co-chairs), *The 20th international conference on computers in education (ICCE 2012)*. Keynote speech delivered at the meeting of the Asia-Pacific Societ for computers in Education, Singapore.

Yu, F.-Y., & Liu, Y.-H. (2005a). *Student generated questions as a form of formative evaluation*. Paper presented at the First International Conference on Enhancing Teaching and Learning through Assessment, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong.

Yu, F.-Y., & Liu, Y.-H. (2005b). Potential values of incorporating multiple-choice question-construction for physics experimentation instruction. *International Journal of Science Education*, *27*(11), 1319-1335. doi:10.1080/09500690500102854

Yu, F.-Y., & Wu, C.-P. (2012). Student question-generation: The learning processes involved and their relationships with students' perceived value. *Journal of Research in Education Sciences*, *57*(4), 135-162.

Yu, F.-Y., Tsai, H.-C., & Wu, H.-L. (2013). Effects of online procedural scaffolds and the timing of scaffolding provision on elementary Taiwanese students' question-generation in a science class. *Australasian Journal of Educational Technology*, *29*(3), 416-433.



附錄A 國語文學習策略量表

	完全符合	相當符合	有點符合	有點不符合	相當不符合	完全不符合
1. 讀國語科時，我會一遍又一遍的練習把課文內容說給自己聽。	□	□	□	□	□	□
2. 讀國語科時，我會把課本的重點寫在紙上，然後反覆背誦。	□	□	□	□	□	□
3. 準備國語考試時，我一而再、再而三地閱讀課堂筆記和課文。	□	□	□	□	□	□
4. 背誦國語科重點時，我通常一邊抄寫一邊背。	□	□	□	□	□	□
5. 讀國語科時，對於重要的內容，我就努力多背以加強記憶。	□	□	□	□	□	□
6. 讀國語科時，我會反覆練習參考書、課本習作或測驗卷上的題目。	□	□	□	□	□	□
7. 讀國語科時，我儘可能把某一門課學到的概念和其它課程學到的概念聯想在一起。	□	□	□	□	□	□
8. 讀國語科時，我會試著把書本的內容用自己的話表達出來。	□	□	□	□	□	□
9. 讀國語科時，我會想辦法把老師在課堂上所教的東西和自己的經驗聯想在一起。	□	□	□	□	□	□
10. 讀國語科時，我經常利用聯想法幫助記憶，如聯想相關事物、聯想彼此的關係等。	□	□	□	□	□	□
11. 讀國語科時，我會把教材重點用自己的話重新說一次給自己聽。	□	□	□	□	□	□
12. 讀國語科時，我試著把在其它學科中學到的概念拿來幫助我學習現在的新知識。	□	□	□	□	□	□
13. 讀國語科時，我把課文和課堂筆記全部看過，然後把最重要的觀念找出來。	□	□	□	□	□	□
14. 讀國語科時，我會找出課文中的重要的語詞和句子。	□	□	□	□	□	□
15. 讀國語科時，我試著將老師在課堂上所說的重點記下來，然後自己再重新整理一遍。	□	□	□	□	□	□
16. 讀國語科時，我會在重要的地方畫線或作記號。	□	□	□	□	□	□
17. 讀國語科時，我會把課本的內容用自己最容易懂的方式組合起來。	□	□	□	□	□	□
18. 讀國語科時，每讀完一單元，我就把最重要的地方找出來。	□	□	□	□	□	□

附錄B　教學實驗期間國語科課程的認知學習目標

課程單元	
第八課 讀書報告－伊索寓言	1. 學會寓言類讀書報告的寫作方法。 2. 了解並應用寓言、擬人、告誡、引誘等詞語的意義和用法。 3. 了解並運用「…不…卻…」等句型。
第九課 黑白間的光彩	1. 學會以記敘的形式，介紹生活中黑、白色彩變化的寫作方法。 2. 了解並運用風塵僕僕、遷移等詞語。 3. 了解並運用「……如……如……」並列句型。 4. 學會以視覺摹寫的方式，表達顏色豐富的變化。
第十課 詩兩首	1. 學會以賞析的形式，介紹近體詩的寫作方法。 2. 了解並應用悠閒、賞析、挺立等詞語。 3. 能用白話解釋觀游魚和贈劉景文兩首詩。
第十一課 聆聽天籟	1. 學會以記敘的形式，描寫大自然中的天籟之美。 2. 了解並運用天籟、阻止、汗流浹背、撞擊等詞語的意義和用法。 3. 了解並運用「…既然…就…」、「…不但…而且…」等句型。
第十二課 創世基金會訪問記	1. 學會以應用文的形式，記錄訪問經過的寫作方法。 2. 了解並運用愁眉不展、喉嚨、萎縮等詞語。 3. 了解並運用「雖然…還…」的句型。
第十三課 愛心傘	1. 學習以記敘的形式，介紹物品故事以表達惜福與感恩的寫作方式。 2. 了解並運用滂沱、慚愧等詞語。 3. 了解並運用「…即使…還…」、「只要…就…」等句型。 4. 了解並運用引用修辭。
第十四課 愛的分享	1. 學習以詩歌押韻的方式，描述對物品的感恩與惜福。 2. 學會孤單、櫥櫃等詞語的意義和用法。

附錄C　教學實驗期間自然科單元的認知學習目標

課程單元	
3-1 熱對物質的影響	1. 了解熱在生活中的重要性，以及物質受熱後可能產生的變化。 2. 了解液體、氣體、固體具有遇熱膨脹、遇冷收縮的性質。 3. 認識生活中熱脹冷縮的現象和應用。 4. 懂得利用熱脹冷縮的性質解決問題。
3-2 熱的傳播	1. 了解傳導、對流、輻射等三種熱的傳播方式。 2. 了解熱在生活中不同傳播方式的應用。 3. 認識生活中常見的保溫用具並了解保溫的原理。 4. 察覺保溫與散熱的關係。
4-1 物質的溶解性	1. 知道水的溫度高低會影響物質在水中的溶解量。 2. 知道有些物質在水中溶解後會看不見，但經水蒸發可再變回固體。
4-2 水溶液的酸鹼性	1. 了解石蕊試紙檢測水溶液的程序與結果。 2. 知道酸性和鹼性水溶液混合後，酸鹼性質會改變。 3. 認識生活中的酸性和鹼性溶液不同用途。
4-3 水溶液的導電性	1. 了解不同水溶液的導電性。 2. 知道發光二極體在生活中的應用。 3. 了解水溶液濃度改變時，導電性如何改變。

于富雲 ORCID 0000-0001-8583-6402
賴奕嬛 ORCID 0000-0002-0025-5105

Journal of Educational Media & Library Sciences 51 : 4 (Summer 2014) : 525-560
DOI:10.6120/JoEMLS.2014.514/0609.RS.CM



Research Articles

Effects of Online Student Question-Generation with Multiple Procedural Guides for Elementary Students' Use of Cognitive Strategies and Academic Achievement

Fu-Yun Yu[a*] Yi-Shiuan Lai[b]

Abstract

Student question-generation (SQG) procedural guides differ in terms of level of concreteness, demands on cognitive skills and appropriateness for respective instructional units. Because existing studies exclusively examine the effects of individual guides, this study was aimed at an investigation of the effects of online SQG with multiple guides intended to promote elementary students' use of cognitive strategies and to improve academic performance while learning Chinese and science. A quasi-experimental research method and an online learning system with dynamic scaffolding designs were adopted to support student learning of Chinese and science via the SQG approach. Two fifth-grade classes (N=56) participated for eight weeks. Twice per week, in accordance with the instructors' schedules, students engaged in online SQG or self-study activities in their randomly assigned groups. The results of the analysis of covariance indicated significant differences between the two treatment groups in their use of cognitive strategies while learning Chinese and science, with students in the SQG group scoring significantly higher than those in the comparison group. However, academic achievement between the two groups did not differ significantly. Suggestions for instructional implementations and future studies are provided.

Keywords: *Academic achievement; Online learning system; Student question-generation; Use of cognitive strategies*

SUMMARY

Introduction

The traditional transmission teaching mode is no longer sufficient or adequate to prepare citizens to be equipped with 21st century skills (e.g., creative thinking, critical thinking, communication and collaboration, and complex problem-solving ability). Determining a method by which to transform classroom environments by integrating innovative instructional strategies that support active learning and the cultivation of higher-order thinking skills, deep information

[a] Distinguished Professor, Institute of Education, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan
[b] Research Assistant, Teaching and Learning Center, Da Yeh University, Changhua, Taiwan
* Principal author for all correspondence. E-mail: fuyun.ncku@gmail.com

processing and knowledge construction on the learner's part has become an important educational goal worldwide.

Student-generated questions (hereafter called SQG), in alignment with contemporary educational theories including information processing theory and constructivism, is a notable cognitive and meta-cognitive strategy. Rather than simply subsuming what has been delivered by the instructor, when engaged in SQG, students will be more likely to act as active processors that select, organize, store, integrate and retrieve information that mobilizes generative learning and leads to productive outcomes (Yu & Hung, 2006; Yu & Liu, 2005b).

The learning benefits of SQG have been well-documented, and the empirical studies on SQG have generally been positive (Yu, 2012). Overall, the accumulated evidence from empirical studies since the 1960s provides a solid basis to support the teaching and inclusion of SQG to enhance comprehension, academic achievement, motivation, question-generation abilities, the use of cognitive strategies, problem-solving abilities and attitudes toward the subject matter being studied (Barak, & Rafaeli, 2004; Brown & Walter, 2005; Chin & Brown, 2002; Dori & Herscovitz, 1999; Perez, 1985; Toluk-Uçar, 2009; Yeh & Lai, 2012; Yu & Hung, 2006; Yu & Liu, 2005b). Despite the predominately positive effects of SQG, existing studies resort to single procedural guides to support SQG.

Currently, there are several procedural guides in existence. Because each guide differs in regard to its level of concreteness, specifics of focus, demands on cognitive skills and ease of learning and use on the learner's part (Rosenshine, Meister, & Chapman, 1996), rather than resorting to one guide, a combinational approach in accordance with the study content would potentially be a viable and situation-sensitive instructional approach. In an attempt to establish empirical evidence of this, the effects of online SQG with multiple guides for elementary students' use of cognitive strategies and academic performance are the focus of this study.

Research Methods

A quasi-experimental research method was adopted. Students from two fifth-grade classes (N=56) were invited to participate and were randomly assigned to two treatment groups—one being the experimental group (i.e., SQG with multiple guides) and the other the control group (i.e., traditional self-study group).

This study took place in the context of Chinese and science instruction. Prior to the commencement of this study, data on students' use of cognitive strategies and academic performance in both Chinese and science were collected. To ensure that the integrated multiple guides were suitable for the targeted audience and

subject matter, expert evaluation with a group of six subject matter experts was conducted. As a result, a total of five procedural guides including signal word (Rosenshine et al., 1996), main ideas (Dreher & Gambrell, 1985; Ritchie, 1985), question types (Raphael & Pearson, 1985), the answer is (Stoyanova & Ellerton, 1996) and what if / what if not (Brown & Walter, 2005) were selected for science SQG, whereas signal word, main ideas, question types, the answer is and story grammar (Nolte & Singer, 1985; Short & Ryan, 1984) were chosen for Chinese SQG. Finally, to equip students in the experimental group with essential SQG knowledge and skills, a training session was held. During the training session, quality criteria associated with SQG and the operational procedures for the adopted system were explained, followed up by student hands-on spaced practice activities.

Afterwards, twice per week (one for Chinese and the other for science) for eight consecutive weeks, students assigned to the experimental and control groups engaged in online SQG and self-study activities, respectively, in accordance with instructors' weekly lesson plans in 35-minute instructional sessions. A SQG online system with dynamic scaffolding designs was adopted for the experimental group's use. After the study, the "Cognitive Strategies Use Scale" (18 items, 6-point Likert scale) with good validity and reliability was disseminated for completion by the students on an individual basis in order to collect data on the use of rehearsal, elaboration and organization strategies while learning Chinese and science. Finally, the students' academic performance in the school-wide exams in Chinese and science administered at the end of the study was used to assess their learning of the topics covered during the study.

Results and Discussion

The results of the analysis of covariance revealed significant differences between the two treatment groups in the use of cognitive strategies while learning Chinese, $F\ (1, 53) = 14.49$, $p < .05$, and science, $F\ (1, 53) = 19.70$, $p < .05$ with students in the SQG group scoring significantly higher than those of the control group. However, academic achievement between the two groups did not differ significantly for either Chinese, $F\ (1, 53) = .53$, $p > .05$, or science, $F\ (1, 53) = 1.35$, $p > .05$.

The significantly higher frequent activation of cognitive strategies highlighted the beneficial effects of SQG with multiple guides to induce students to engage more in rehearsal, organization and elaboration, as compared to the self-study traditional approach. The current study confirmed the research hypothesis that students with explicit procedural guides during SQG including signal words, story grammar categories, main ideas and question types seemed to mobilize

versatile cognitive strategies such as reading and re-reading, copying, association, rephrasing, relating to one's own experience or prior study content, pinpointing important concepts/keywords/sentences by underlining or marking, rearranging material, and so on, to help organize/re-organize, interconnect and present the material under study during the learning process. On the other hand, even though students assigned to the SQG approach performed better in both Chinese and science academic achievement as compared to those in the self-study group, and even though it is implied by cognitivists that deep processing, such as rehearsal, elaboration and organization help consolidate knowledge better and longer (Reigeluth, 1983; Weinstein, Husman, & Dierking, 2000), the differences did not reach statistical significance.

Conclusions

The findings of this study substantiated the positive effects of SQG with multiple guides for the promotion of the use of cognitive strategy when students interact with learning material. The results obtained from the current study helped to extend the empirical basis of SQG with a single guide. As Rosenshine et al. (1996) argued, each of the procedural prompts addressed in this study was different in regard to its level of concreteness, specifics of focus, demands on cognitive skills, and ease of learning and use on the part of the learner. As such, rather than resorting to one guide during SQG, based on the current findings, it is suggested that instructors may consider adopting a combinational approach, that is, SQG with multiple procedural guides in accordance with the study content, in order to achieve sensitive and adaptive support that will enhance the development of the use of cognitive strategy in students.

Acknowledgements

This work was supported by the National Science Council, R.O.C. under Grant NSC 99-2511-S-006-015-MY3. The Authors would like to thank anonymous reviewers for their constructive feedback and the editors for their support.

ROMANIZED & TRANSLATED REFERENCE FOR ORIGINAL TEXT

于富雲[Yu, Fu-Yun]（2012）。網路學生出題系統之鷹架輔助—研究導向設計與學習效果分析（NSC99-2511-S006-015-MY3）[*Scaffolding student-generated questions online learning activities: Research-guided approaches and comparative learning effects* (NSC 99-2511-S006-015-MY3)]。台南市：國立成功大學教育研究所[Tainan, Taiwan: National Cheng Kung University Institute of Education]。

于富雲、劉祐興[Yu, Fu-Yun, & Liu, Yu-Hsin]（2008）。學生出題策略與傳統練習策略對大學生學習成就、認知與後設認知策略使用之影響[The comparative effects of

student question-posing and question-answering strategies on promoting college students' academic achievement, cognitive and metacognitive strategies use]。教育與心理研究，*31*(3)，25-52 [*Journal of Education & Psychology*, *31*(3), 25-52]。

尤慶吉[Yu, Ching-Chi](2012)。線上合作擬題活動對高一學生數學學習成效與學習態度之影響(未出版之碩士論文)[*The impact of on-line cooperative problem posing activity on the learning achievement and learning attitude for high school mathematics* (Unpublished master's thesis)]。中興大學資訊管理學系所，台中市[Management Information System, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan]。

方文鋒[Fang, Wen-Feng](2009)。合作擬題教學法對國一學生在一元一次方程式解題之影響(未出版之碩士論文)[*The influence of using cooperative problem-posing instruction for solving the problems of one-variable linear equations to the seventh grade studemts* (Unpublished master's thesis)]。國立臺南大學數學教育學系，台南市[Department of Mathematics Education, National University of Tainan, Tainan, Taiwan]。

王俐文[Wang, Li-Wen](2008)。融入擬題的幾何證明教學對國三學生幾何能力之影響(未出版之碩士論文)[*The effect of geometry proof instruction integrated with proposition posing on ninth graders' geometry abilities* (Unpublished master's thesis)]。國立彰化師範大學科學教育研究所，彰化市[Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education, Changhua, Taiwan]。

吳念周、于富雲(2011年4月)[Wu, Nien-Chou, & Yu, Fu-Yun (2011, April)]。學生出題策略融入國小閱讀課程之行動研究[*Xuesheng chuti celue rongru guoxiao yuedu kecheng zhi xingdong yanjiu*]。中小學教師專業發展學術研討會發表之論文，高雄市[Paper presented at the meeting of Zhongxiaoxue jiaoshi zhuanye fazhan xueshu yantaohui, Kaohsiung, Taiwan]。

吳進寶[Wu, Jin-Bbiau](2005)。國小五年級擬題教學之研究—以整數四則混合運算為例(未出版之碩士論文)[*A research study on grade five problem posing-Case of four arithmetical operations* (Unpublished master's thesis)]。國立中山大學教育研究所，高雄市[Institute of Education, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan]。

坪田耕三(1987)。いきいき算数子どもの問題づくり：1・2・3年。日本：国土社。

林宜篇、于富雲[Lin, Yi-Pien, & Yu, Fu-Yun](2011)。學生網路出題教學策略對國小學生生命教育學習成效之影響[The effects of an online student-generated questions strategy on elementary student learning of life education]。新竹教育大學學報，*28*(2)，29-56 [*National HsinChu University of Education*, *28*(2), 29-56]。

林原宏、許淑萍[Lin, Yuan-Hung, & Hsu, Shu-Ping](2002)。乘除擬題能力測驗編製及其實證研究[Chengchu niti nengli ceyan bianzhi ji qi shizheng yanjiu]。測驗統計年刊，*10*，135-171 [*Journal of Educational Measurement and Statistics*, *10*, 135-171]。

林慶宗[Lin, Ching-Tsung](2005)。小組合作學習和擬題在資訊融入數學學習之探究(未出版之碩士論文)[*An investigation of cooperative learning and problem-posing on integrating information into mathematic learning* (Unpublished master's thesis)]。國立嘉義大學教育科技研究所，嘉義市[Graduate Institute of Educational Technology, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan]。

邱廷榮、于富雲[Chiu, Ting-Jung, & Yu, Fu-Yun](2011)。網路學生出題策略應用於國小古典詩課程其成效之研究[Effects of online student question-generation on primary

school classic chinese poetry instruction]。教育科學研究期刊，*56*(4)，99-128 [*Journal of Research in Education Sciences*, *56*(4), 99-128]。

洪琮琪[Hung, Chung-Chi]（2002）。網路出題與合作學習對學習成效之影響（未出版之碩士論文）[*Effects of question-posing and cooperative learning on students' learning outcomes within a web-based learning environment* (Unpublished master's thesis)]。國立成功大學教育研究所，台南市[National Cheng Kung University Institute of Education, Tainan, Taiwan]。

翁聖恩[Weng, Sheng-En]（2008）。遊戲式擬題系統對學習投入、擬題能力及解題能力提升之研究（未出版之碩士論文）[*Promoting learning engament, problem-posing and problem-solving abilities through a game-based problem-posing system* (Unpublished master's thesis)]。國立臺灣師範大學資訊教育學系，台北市[Graduate Institute of Information and Computer Education, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan]。

張育綾[Chang, Yu-Ling]（2008）。學生網路出題於國小英語學科對學習成效的影響（未出版之碩士論文）[*The effects of online question-generation on elementary students' learning in English* (Unpublished master's thesis)]。國立成功大學教育研究所，台南市[National Cheng Kung University Institute of Education, Tainan, Taiwan]。

張春興[Chang, Chun-Hsing]（1996）。教育心理學：三化取向的理論與實踐（修訂版）[*Jiaoyu xinlixue: Sanhua quxiang de lilun yu shijian* (Rev. ed.)]。台北：東華書局[Taipei, Taiwan: Tunghua]。

梁淑坤[Liang, Shu-Kun]（1994）。「擬題」的研究及其在課程的角色["Niti" de yanjiu ji qi zai kecheng de jiaose]。在臺灣省國民學校教師研習會編，國民小學數學科新課程概說（低年級）（頁152-167）[In Elementary School Teachers Workshop, Taiwan Provincial (Ed.), *Guomin xiaoxue shuxueke xinkecheng gaishuo (di nianji)* (152-167)]。台北縣：省國教師研習會[Taipei, Taiwan: Provincial Elementary School Teachers Workshop]。

莊美蘭[Chuang, Mei-Lan]（2003）。國一數學課程中擬題教學活動之研究（未出版之碩士論文）[*The study of problem posing teaching activities in the seventh-grade math class* (Unpublished master's thesis)]。國立中山大學教育研究所，高雄市[Institute of Education, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan]。

陳怡君[Chen, Yi-Jun]（2010）。學生網路出題結合練習活動對國小學童社會學習領域學習成效之影響（未出版之碩士論文）[*The effects of online student-generated questions with drill-and-practice activities on elementary students' learning in social studies* (Unpublished master's thesis)]。國立成功大學教育研究所，台南市[National Cheng Kung University Institute of Education, Tainan, Taiwan]。

陳金章[Chen, Chin-Chang]（2007）。擬題活動融入國小五年級數學學習對數學解題表現、數學學習態度影響之研究（未出版之碩士論文）[*The study of the impacts of problem posing activities incorporate fifth grade mathematics learning towards mathematics solving representation and mathematics attitude* (Unpublished master's thesis)]。國立屏東教育大學數理教育研究所，屏東市[Graduate Institute of Mathematics and Science Education, National Pingtung University of Education, Pingtung, Taiwan]。

陳淑芳[Chen, Shu Fang]（2007）。擬題活動融入小數乘除問題補救教學之研究—以受暗隱模式影響之迷思概念為例（未出版之碩士論文）[*Problem posing activities*

integrated into remedial instruction of decimal multiplication and division: A case of the misconceptions from the implicit model (Unpublished master's thesis)]。國立屏東教育大學數理教育研究所，屏東市[Graduate Institute of Mathematics and Science Education, National Pingtung University of Education, Pingtung, Taiwan]。

陳錦芬、曾泓璋[Chen, Chinfen, & Zeng, Hun-Zan]（2006）。小組電腦擬題活動對英語字彙學習成就與學習情意之影響[Effects of implementing the computer assisted problem-posing strategy on english vocabulary learning achievement and affective reaction]。國立臺北教育大學學報，*19*(1)，89-118 [*Journal of National Taipei University of Education*, *19*(1), 89-118]。

程炳林、林清山[Cherng, Biing-Lin, & Lin, Chen-Shan]（2000）。中學生自我調整學習之研究（*1/2*）（NSC 89-2413-H-035-001）[*Studies of junior and senior high school students' self-regulated learning (I)* (NSC 89-2413-H-035-001)]。台中市：逢甲大學教育學程中心[Taichung, Taiwan: Center for Teacher Education, Feng Chia University]。

楊惠如[Yang, Hui-Ju]（2000）。擬題活動融入國小三年級數學科教學之行動研究（未出版之碩士論文）[*The study of the problem posing activity applies to elementary school student of grade three by action research* (Unpublished master's thesis)]。國立嘉義大學國民教育研究所，嘉義市[Graduate Institute of Elementary and Secondary Education, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan]。

蕭景文[Hsiao, Ching-Wen]（2005）。合作擬題線上合作解題系統在國小五年級數學學習成就及態度之研究（未出版之碩士論文）[*The study of cooperative problem posing and on-line cooperative problem solving on the fifth graders' mathematic learning achievement and mathematic learning attitudes* (Unpublished master's thesis)]。國立嘉義大學教育科技研究所，嘉義市[Graduate Institute of Educational Technology, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan]。

鍾雅琴[Chung, Ya-Chin]（2002）。合作擬題策略教學對國小五年級資優班與普通班學生分數概念、解題能力與擬題能力之影響（未出版之碩士論文）[*Hezuo niti celue jiaoxue dui guoxiao wunianji ziyouban yu putongban xuesheng fenshu gainian, jieti nengli yu niti nengli zhi yingxiang* (Unpublished master's thesis)]。國立台中師範學院國民教育研究所，台中市[Graduate Institute of Elementary and Secondary Education, National Taichung Teachers College]。

Barak, M., & Rafaeli, S. (2004). On-line question-posing and peer-assessment as means for web-based knowledge sharing in learning. *International Journal of Human-Computer Studies*, *61*(1), 84-103. doi:10.1016/j.ijhcs.2003.12.005

Behrend, J. L., & Mohs, L. C. (2006). From simple question to powerful connections: A two-year conversation about negative numbers. *Teaching Children Mathematics*, *12*(5), 260-264.

Brown, S. I., & Walter, M. I. (2005). *The art of problem posing*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Cai, J., & Hwang, S. (2003). *A perspective for examining the link between problem posing and problem solving*. In N. A. Pateman, B. J. Dougherty, & J. T. Zilliox (Eds.), *Proceedings of the 2003 Joint Meeting of PME and PMENA Volume 3* (pp. 3-103-3-110). Honolulu, HI: CRDG, College of Education, University of Hawai'i.

Carry, L. R., & Wilson, J. W. (1968). *Item analysis procedures used in the development of tests for NLSMA*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Council for Measurement in Education, Chicago, IL.

Chang, K.-E., Wu, L.-J., Weng, S.-E., & Sung, Y.-T. (2012). Embedding game-based problem-solving phase into problem-posing system for mathematics learning. *Computers & Education, 58*(2), 775-786. doi:10.1016/j.compedu.2011.10.002

Chin, C., & Brown, D. E. (2002). Student-generated questions: A meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, *24*(5), 521-549. doi:10.1080/09500690110095249

Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, *35*, 982-1003. doi:10.1287/mnsc.35.8.982

Dermody, M. (1988). *Metacognitive strategies for development of reading comprehension for younger children*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Association of Colleges for Teacher Education. New Orleans, LA.

Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2011). *The systematic design of instruction* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.

Dori, Y. J., & Herscovitz, O. (1999). Question-posing capability as an alternative evaluation method: Analysis of an environmental case study. *Journal of Research in Science Teaching*, *36*(4), 411-430. doi:10.1002/(SICI)1098-2736(199904)36:4<411::AID-TEA2>3.0.CO;2-E

Dreher, M. J., & Gambrell, L. B. (1985). Teaching children to use a self-questioning strategy for studying expository prose. *Reading Improvement*, *22*, 2-7.

Ebel, R. L., & Frisbie, D. A. (1991). *Essentials of educational measurement* (5th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Ediger, M. (2006). Present day philosophies of education. *Journal of Instructional Psychology*, *33*(3), 179-182.

Kilpatrick, J. (1987). Problem formulating: Where do good problems come from? In A. H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and mathematics education* (pp. 123-147). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

King, A. (1989). Effects of self-questioning training on college students' comprehension of lectures. *Contemporary Educational Psychology*, *14*(4), 366-381. doi:10.1016/0361-476X(89)90022-2

King, A. (1990). Improving lecture comprehension: Effects of a metacognitive strategy. *Applied Educational Psychology*, *5*(4), 331-346. doi:10.1002/acp.2350050404

King, A. (1992). Facilitating elaborative learning through guided student-generated questioning. *Educational Psychology*, *27*(1), 111-126. doi:10.1207/s15326985ep2701_8

Knudson, R. E. (1988). The effects of highly structured versus less structured lessons on student writing. *Journal of Educational Research*, *81*(6), 365-368.

Labercane, G., & Battle, J. (1987). Cognitive processing strategies, self-esteem, and reading comprehension of learning disabled students. *Journal of Special Education*, *11*(2), 167-185.

National Council of Teachers of Mathematics. (1995). *Assessment standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

Nolte, R. Y., & Singer, H. (1985). Active comprehension: Teaching a process of reading comprehension and its effects on reading achievement. *The Reading Teacher*, *39*(1), 24-31.

Perez, J. A. (1985). *Effects of student-generated problems on problem solving performance* (Unpublished doctoral dissertation). Columbia University, New York, NY.

Raphael, T. E., & Pearson, P. D. (1985). Increasing students' awareness of sources of information for answering questions. *American Educational Research Journal*, *22*, 217-235. doi:10.3102/00028312022002217

Reigeluth, C. M. (Ed.). (1983). *Instructional-design theories and models: An overview of their current status*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Ritchie, P. (1985). The effects of instruction in main idea and question generation. *Reading-Canada-Lecture, 3*(2), 139-146.

Rosenshine, B., Meister, C., & Chapman, S. (1996). Teaching students to generate questions: A review of intervention studies. *Review of Educational Research*, *66*(2), 181-221. doi:10.3102/00346543066002181

Short, E. J., & Ryan, E. B. (1984). Metacognitive differences between skilled and less skilled readers: Remediating deficits through story grammar and attribution training. *Journal of Educational Psychology*, *76*, 225-235. doi:10.1037/0022-0663.76.2.225

Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, *14*(1), 19-28.

Smith, N. J. (1977). *The effects of training teachers to teach students at different reading ability levels to formulate three types of questions on reading comprehension and question generation ability* (Unpublished doctoral dissertation). University of Georgia, Athens, GA.

Stoyanova, E., & Ellerton, N. F. (1996). A framework for research into student's problem posing in school mathematics. In P. C. Clarkson (Ed.), *Technology in mathematics education* (pp. 518-525). Melbourne, Australia: University of Melbourne.

Toluk-Uçar, Z. (2009). Developing pre-service teachers understanding of fractions through problem posing. *Teaching and Teacher Education*, *25*(1), 166-175. doi:10.1016/j.tate.2008.08.003

Weinstein, C. E., Husman, J., & Dierking, D. R. (2000). Self-regulation intervention with a focus on learning strategies. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), Handbook of self-regulation (pp. 727-747). San Diego, CA: Academic Press. doi:10.1016/B978-012109890-2/50051-2

Yeh, H.-C., & Lai, P.-Y. (2012). Implementing online question generation to foster reading comprehension. *Australasian Journal of Educational Technology*, *28*(7), 1152-1175.

Yelon, S. L. (1996). *Powerful principles of instruction*. While Plains, NY: Longman.

Yu, F. Y., & Hung, C.-C. (2006). An empirical analysis of online multiple-choice question-

generation learning activity for the enhancement of students' cognitive strategy development while learning science. In T. Simos & G. Maroulis (Eds.), *Recent progress in computational sciences and engineering: Lectures Presented at the International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering 2006 (ICCMSE 2006)* (pp. 585-588). Netherlands: VSP International Science Publishers.

Yu, F.-Y. (2009). Scaffolding student-generated questions: Design and development of a customizable online learning system. *Computers in Human Behavior*, *25*(5), 1129-1138. doi:10.1016/j.chb.2009.05.002

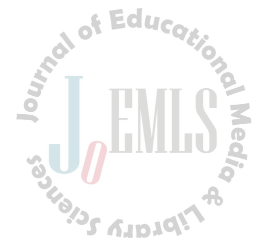
Yu, F.-Y. (2012, November). Learner-centered pedagogy + adaptable and scaffolded learning space design-online student question-generation. In W. Chen et al. (Co-chairs), *The 20th international conference on computers in education (ICCE 2012)*. Keynote speech delivered at the meeting of the Asia-Pacific Society for Computers in Education, Singapore.

Yu, F.-Y., & Liu, Y.-H. (2005a). *Student generated questions as a form of formative evaluation*. Paper presented at the First International Conference on Enhancing Teaching and Learning through Assessment, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong.

Yu, F.-Y., & Liu, Y.-H. (2005b). Potential values of incorporating multiple-choice question-construction for physics experimentation instruction. *International Journal of Science Education*, *27*(11), 1319-1335. doi:10.1080/09500690500102854

Yu, F.-Y., & Wu, C.-P. (2012). Student question-generation: The learning processes involved and their relationships with students' perceived value. *Journal of Research in Education Sciences*, *57*(4), 135-162.

Yu, F.-Y., Tsai, H.-C., & Wu, H.-L. (2013). Effects of online procedural scaffolds and the timing of scaffolding provision on elementary Taiwanese students' question-generation in a science class. *Australasian Journal of Educational Technology*, *29*(3), 416-433.



Fu-Yun Yu ORCID 0000-0001-8583-6402
Yi-Shiuan Laib ORCID 0000-0002-0025-5105

教育資料與圖書館學　51 : 4 (Summer 2014) : 561-595
DOI:10.6120/JoEMLS.2014.514/0629.RS.CM



研究論文

探究式資訊素養融入課程成效之四年長期研究

林　菁[a*]　顏仁德[b]　黃財尉[c]

摘要

本研究旨在檢視四年實施探究式資訊素養融入課程對國小學生記憶和理解融入學科內容之影響，並比較不同學業成就學生的差異趨勢。研究對象為嘉義地區一所國小的72位學生，他們從國小一年級即參與此研究，接受探究式資訊素養融入課程。此所國小實施由研究者及該國小老師共同設計的資訊素養課程，並利用Super3和Big6探究模式將其融入不同學習領域中。自國小一年級下學期開始，每一學期進行一個主題探究任務，至四年級下學期總共七次。搭配此七次探究式學習，本研究分別開發七個記憶與理解測驗，作為檢驗學生學習不同融入學科的成效。研究結果發現探究式資訊素養融入課程可幫助國小一至四年級學生記憶學科的知識，及理解學科的概念，並應用於新的情境中。無論何種學業成就的學生，只要能投入探究的學習過程中，均能有效的記憶與理解學科內容，但低成就學生可能需要熟練的時間較長。

關鍵詞：探究式學習，資訊素養，記憶，理解，學業成就，長期研究

前　　言

資訊素養（information literacy）是指一個人具有尋找、組織、評估、利用和創造各種資訊的能力和態度（American Association of School Librarians & Association for Educational Communication and Technology [AASL & AECT], 1998; Andretta, 2005）。許多學者指出資訊素養教育不能另成一領域單獨教學，它應該適切的融入相關課程，透過探究式學習的架構，來幫助學生將資訊素養內

[a]國立嘉義大學數位學習設計與管理系教授
[b]國立嘉義大學數位學習設計與管理系研究生
[c]國立嘉義大學輔導與諮商系教授
[*]本文主要作者兼通訊作者：lingin@mail.ncyu.edu.tw

2014/05/17投稿；2014/08/04修訂；2014/08/04接受

化成自我學習的方式，並讓其能更深入與完整地學習融入學科的內容（林菁，2011；Chu, Tse, Loh, & Chow, 2011; Harada & Yoshina, 2004; Kuhlthau, Maniotes, & Caspari, 2007）。Eisenberg和Robinson（2007）及Eisenberg和Berkowitz（1999）即建議可以Super3和Big6模式，將資訊素養融入不同年齡層和不同學習領域。許多研究也發現這兩項探究式學習架構不但淺顯易懂，且已廣為全世界的幼兒園至高中，甚至大學生使用，成效不錯（Heider, 2009; Thomas, Crow, & Franklin, 2011）。

事實上，探究式學習（inquiry-based learning）的理念已是時代的趨勢，許多研究發現它是有效的教和學之模式之一，因其是以學生為中心，強調學生主動提問、尋找資料、批判思考、自律學習，及深層理解的精神（洪振方，2010；Kuhn, 2008; Saunders-Stewart, Gyles, & Shore, 2012）。然而，Houle和Barnett（2008），以及Taraban、Box、Myers、Pollard與Bowen（2007）等學者也發現探究式學習對於學科內容的記憶與理解有不同的影響，而這些影響可能會因學生的學業成就而有差異（洪振方，2010；Ben-David & Zohar, 2009; Chu, 2009; Cuevas, Lee, Hart, & Deaktor, 2005）。然而，這些研究多是短期研究，一年以上學生學習趨勢發展之長期研究較付之闕如。

鑑此，研究者近年與一所國小的資訊素養團隊老師共同開發一套資訊素養課程，並將其逐年融入不同領域課程的主題探究。本研究旨在檢視學生從一至四年級主題探究的記憶和理解學習之表現，及探討不同學業成就學生間的學習差異，是否會因資訊素養課程的導入而有不同變化。其細部的研究目的和待答問題如下：

㈠探討在四年探究式資訊素養融入課程學習中，學生的學科記憶學習表現。
1. 整體學生的學科記憶表現為何？
2. 不同學業成就學生在四年探究式學習中學科的記憶學習是否有差異？
3. 不同學業成就學生的四年學科記憶學習之差異趨勢為何？

㈡探討在四年探究式資訊素養融入課程學習中，學生的學科理解學習表現。
1. 整體學生的學科理解表現為何？
2. 不同學業成就學生在四年探究式學習中學科的理解學習是否有差異？
3. 不同學業成就學生的四年學科理解學習之差異趨勢為何？

二、文獻探討

㈠資訊素養的內涵與教學

資訊素養一詞自1974年由當時的資訊工業學會（The Information Industry Association）主席Paul Zurkowski提出後，隨著各類資訊的快速發展，其涵蓋內容已愈益多元與分歧，如健康素養（health literacy）、金融素養（financial

literacy）、政府素養（government literacy）等，均成為資訊素養可含括的一環（Lombard, 2010; Yates et al., 2012）。但就資訊素養主要的內涵來說，可從兩方面來深思。從過程層面（process），它是指一個人具有有效的尋找、取得、組織、評估、利用和創造各種資訊的能力和態度；就範圍層面（scope），資訊素養包括圖書館素養、圖像媒體素養，及電腦網路素養等三大領域（林菁，2008；American Association of School Librarians [AASL], 2009; Eisenberg, Lowe, & Spitzer, 2004; Taylor, Arth, Solomon, & Williamson, 2007）。整體而言，它旨在培養人們成為具備終身學習和問題解決能力的現代公民。

若要在學校確實落實資訊素養理念，單獨教學和融入學校原有課程教學是較被採用的二種方式，且二者可以彼此相互配搭（AASL, 2009; Thomas et al., 2011）。所謂「單獨教學」是由圖書老師單獨設計若干單元學習活動，教導學生圖書館利用的技巧、閱讀理解的策略、媒體內容的分辨及網路資源的評估等主題。但由於缺少實際在學校其他課程中應用這些知能的機會，學生多無法將之落實於實際生活中（Accardi, Drabinski, & Kumbier, 2009; Fontichiaro, 2009）。鑑此，「融入學校原有課程教學」是近來資訊素養課程設計的新趨勢。它是由圖書老師與科任或級任老師合作，從學期課程中挑選出適合進行探究式學習的單元，根據有效的探究式學習模式，將之前習得的知能與技巧（包括資訊素養的過程與範圍層面），應用於課程的探究活動中，以深化學生對於該課程的理解，並讓學生實際演練資訊素養的各項技能和問題解決方法，達到內化的目的。至今為止，已有許多實證研究和實務工作者支持此融入式教學方法（林菁，2011；林麗娟，2003；盧秀琴、戴文雄，2012；Chu et al., 2011; Harris, 2012; Kuhlthau et al., 2007）。例如，研究者將資訊素養融入國小一年級「校園生物大搜索」主題探究，結果發現學生在自然與生活科技學習單元的記憶與理解認知表現有顯著進步，在提問、海報創作與反省上也表現不錯（林菁，2011）。Chu等人（2011）讓國小四年級學生探究地球科學和中港歷史二個主題，探究時間各為十週與九週，研究發現學生在文學類和非文學類閱讀測驗上均有進步。

許多學者指出：應從國小階段即開始經由循序漸進的課程，來培養學生的資訊素養（AASL, 2009; Grassian & Kaplowitz, 2009; Thomas et al., 2011）。Callison（2006）更建議學者專家應要進行更多且嚴謹的實驗研究，獲得客觀的量化資料，來檢驗資訊素養課程的效益，如此才能讓教育相關單位和大眾，認識資訊素養教學的重要性。然而，有系統且持續的開發和檢視資訊素養課程成效的相關研究仍不多見，過往的研究多是在不同年級進行零星的融入學習領域之相關實驗（林菁，2012；侯政宏、崔夢萍，2013；郭藍儀、陳海泓，2011；Heider, 2009）。因此，本研究統整研究者四年來研發之探究式資訊素養融入課程，檢視其對於學生學習學科內容的成效，並探討其中可能的調節變因。

㈡探究式學習

探究式學習的主要目的在教導學生以探究的精神來學習，擔負起自己的學習責任，選擇想探究的問題，並多方找尋資訊來解決這些問題（Berghoff, Egawa, Harste, & Hoonan, 2000; Kuhn, 2008; Loyens & Rikers, 2011）。在過程中，學生要有探索的動機，願意忍受可能無法立即獲得標準答案的焦慮，以及具備爬梳許多不同觀點資訊的能力與態度；最後還要根據自己對此問題已獲得的了解，再採取進一步的行動，如提出更深入的探究問題。因此，Kuhlthau等人（2007）強調探究式學習的主要優點就是學生可以主動地與老師、同儕及學習材料，不斷的進行討論與互動，所以可深入了解資訊素養和融入學科的內容與概念。

Crow（2009）則指出學生的內在動機也是探究式學習過程重要的一環。他以量表篩選出具有內在動機的九位國小五年級學生，再深入訪談他們最喜歡的資訊尋找活動及喜歡的原因，以了解影響他們想要進行資訊搜尋的因素。研究結果發現獨立自主不是最重要的影響因素，反而是探究主題與自己的相關性、老師和家長的支持、小組合作，與沒有時間限制才是重點所在。Thomas等人（2011）繼之統整若干可提升學生探究動機的教學策略，包括提供學生自由選擇探究主題的機會，探究主題要與課程內容相關，清楚說明探究任務的目標和過程，以及設定符合學生程度的評量規準等。

科學教育是最早採用也最推崇探究式學習的學科，甚至有學者認為探究式學習就是源自科學實驗，包含擬定問題、設計實驗流程、蒐集和分析資料、解釋證據、回答問題等過程（引自Loyens & Rikers, 2011）。因此，無論美國國家研究委員會（National Research Council, 2000）和台灣教育部（教育部，2003）均強調探究式學習可增進學生科學知識的深度理解、科學概念的遷移和生活問題的解決。此外，社會學習領域教學近年也漸朝向探究教學的方式改革，Savage和Armstrong（2007）、Soares和Wood（2010）及Mitra和Seriere（2012）等均指出在民主社會中，每位公民都應成為具有批判思考的問題解決者，運用探究的精神，蒐集、評估和應用資訊，並做出合理的決定，以解決社區、鄉鎮、國家甚或整個世界遭遇的問題。

近年來有許多探究式學習模式被用來做為資訊素養融入課程的架構，如Information Search Process、REACTS、I-Search、Pathways to Knowledge、Handy 5，及Big6模式等；其中又以Eisenberg和Berkowitz提出Big6模式最為廣泛應用於國小至高中階段（Thomas et al., 2011）。Big6模式包括定義問題、尋找策略、取得資訊、使用資訊、統整資訊和評估等六步驟（Eisenberg & Berkowitz, 1999）。爾後，Eisenberg與Robinson（2007）將此六步驟濃縮為計畫、執行和評量三個階段，發展出Super3模式，以適合幼兒園至國小低年級學生使用。至

今，國內外已有若干研究採用Big6和Super3模式來培養幼兒園至高中學生，甚至大學生的資訊素養和學科能力，學習成效多不錯（林菁，2011，2012；許義淵，2006；郭藍儀、陳海泓，2011；黃國禎、郭凡瑞、徐勝旺，2008；Abdullah & Zainab, 2008; Heider, 2009; Lowery, 2005）。

㈢記憶學習與理解學習

Bloom等人（1956）曾將認知學習區分成六個階層，分別是知識（Knowledge）、理解（Comprehension）、應用（Application）、分析（Analysis）、綜合（Synthesis）和評估（Evaluation）。爾後Anderson等人（2001）重新修正此理論，更加強調有意義的學習（meaningful learning），將認知學習分成知識和認知過程兩個向度。前者包括A.事實性（Factual）、B.概念性（Conceptual）、C.過程性（Procedural）和D.後設認知（Metacognitive）等四種知識；後者則依認知過程的複雜度分成1.記憶（Remember）、2.了解（Understand）、3.應用（Apply）、4.分析（Analyze）、5.評量（Evaluate）和6.創造（Create）等六個認知過程。若以二維的表格來思考，根據Krathwohl（2002）的解釋，當學習目標屬知識向度中偏重事實性的知識且強調記憶的能力，就屬於A1；當同屬事實性的知識，但強調認知過程中的解釋、推論、比較等能力就會屬於事實性—了解的A2層次。因此，記憶與理解學習的最大不同處在於認知過程。前者是能回想和辨認之前長期儲存於大腦的學習內容；後者則是將學習的內容藉由解釋、舉例、推論、比較等心智過程，移轉運用於新的情境中（Anderson et al., 2001）。

有關探究式學習對於學生認知學習方面的影響，許多後設研究顯示探究式學習會讓學生的認知成就、過程技巧和科學態度有顯著進步（Furtak, Seidel, Iverson, & Briggs, 2012; Minner, Levy, & Century, 2010; Schroeder, Scott, Tolson, Huang, & Lee, 2007; Shymansky, Hedges, & Woodworth, 1990; Wang et al., 2011）。例如Schroeder等人（2007）統整美國1980至2004年出版有關科學教育教學策略的61篇研究，發現探究策略對於學生認知成就影響的效果量達.65，屬於高效果值，表示探究式學習在科學教學上具有實質應用的價值。Minner等人（2010）蒐集1984至2002年在K-12階段進行的138篇科學探究式學習的相關研究，結果發現51%的研究對學生學習科學知識和保留有正面影響，且「學生主動思考」和「對學習負責程度」兩個因素與學生學習科學概念相關。Furtak等人（2012）則深入分析美國國家研究委員會於1996年公告科學教育標準開始，至2006年10年期間，各國進行的37個有關K-12科學教育探究式學習的實驗和準實驗研究。結果整體的效果量為.50，表示探究式學習對於科學教育有正面的影響，且活動中若有讓學生進行推演和論證者，其效果量較大；此研究也發現對科學教育來說，雖然探究式學習比傳統教學方法好，但老師主導的學習活動效果比全然由學生主導者為佳。Wang等人（2011）蒐集台灣1997至2009年國中小階段科

學教育方面的探究式學習研究，進行後設分析。結果發現與傳統教學相較，探究式學習對於學生科學概念、科學過程技巧和態度均有正面影響。

若針對學習成效的記憶和理解學習兩方面來討論，Wilson、Taylor、Kowalski與Carlson（2010）隨機將58位14至16歲學生分為探究式學習和傳統學習兩組，學習相同的教材。結果探究式學習組在知識記憶、推理應用和科學解釋等方面均較傳統組表現為好；且經過四星期後再檢測他們提出論點、論據和論證的能力也均顯著優於傳統組。因此，Wilson等人認為科學教育應使用探究式學習方式來教導學生。洪振方（2010）檢視以探索、解釋、交流和反思四項要素，設計的思考導向的探究式學習對國二學生科學探究能力的影響。實驗組接受思考導向的探究式學習，控制組則實施教科書教學；研究工具是開放式寫作的科學探究能力測驗，檢驗學生的發現問題、形成另有假設、評價及選擇假說、設計實驗、預測實驗結果及解釋等五項探究能力。研究結果發現，除「發現問題」外，實驗組在「形成另有假設」、「評價及選擇假說」、「設計實驗」和「預測實驗結果及解釋」等探究能力上均優於對照組，且在形成假設和設計實驗兩項能力上有學習保留效果。

林菁（2011）以探究式學習方式，將資訊素養融入不同學科的系列質化研究，也發現此融入式教學可提升學生學科內容的記憶和理解。研究者以Super3探究模式將資訊素養融入國小一年級「校園生物大搜索」主題探究，結果發現此班級學生在生活領域單元的記憶和理解學習表現皆有顯著進步；且在學校定期評量此單元中，他們也均達到學習目標。之後研究者繼續追蹤此班學生在二年級「我們的社區」主題探究的學習表現。結果發現經由Super3模式探究活動，學生在社會學習領域的記憶與理解之前測與後測檢定達顯著差異，且了解有關學校附近社區的基本知識，能用六感來感受這個社區，感激為自己服務的人，並知道自己可為社區盡心力的方法（林菁，2012）。繼之，林菁、謝欣穎與謝文峰（2014）探究這群學生進行三年級「樹朋友」主題探究的表現，發現學生在自然與生活科技領域「植物的身體」單元的記憶與理解學習表現有顯著進步；在學習態度方面，大部分學生對此探究主題有興趣，願意繼續研究有關樹的議題（謝欣穎、林菁，2013）。雖然研究者系列研究屬質化性質，無意將研究結果作過度推論，但根據多元的資料顯示，探究式學習對於學生記憶與理解不同學科內容應有幫助。

另方面，Chang和Mao（1999）檢視國三地球科學採用探究式學習方式對於學生學習成就和態度的影響。實驗組接受探究式教學，控制組則是傳統教學，教學時間為八週。結果發現探究教學對於學生理解和態度方面有正向幫助，但對於記憶層次則沒有顯著影響。Taraban等人（2007）也進行了類似的研究，卻獲得不同的研究結果。他們以高中生物課為例，比較主動學習之實驗教學與傳統教學的差異。結果發現相較於傳統教學，使用主動探究式學習的學生獲得更

多的內容知識和過程技巧，且他們自認收穫良多；但實驗組學生的批判性思考卻沒有顯著提升。Pine等人（2006）及Wolf和Fraser（2008）分別以國小五年級和國中生為研究對象，比較探究式學習組和非探究式學習組的科學探究技巧和科學概念的差異。結果兩研究都發現，探究式學習小組在科學概念和科學調查技巧的分數較高於傳統組學生，但沒達到統計上顯著差異。

根據上述國內外的相關研究結果可知，探究式學習對於不同學科內容的記憶與理解學習的影響仍莫衷一是，有待專家學者進一步探討與釐清。

㈣ 不同學業成就學生的學習

過往的若干研究發現探究式學習的成效可能與學生的學業成就相關。Sivanesarajan、McNicholas和Todd（1993）以學科能力較弱的16歲學生為研究對象，採用質化研究方法，檢視其在接受一年資訊素養融入科學教育後的學習表現，結果發現其科學分數有顯著增加。之後Todd（1995）比較傳統和探究式的資訊素養課程對於高中學生學習的影響，結果發現由圖書館員和科學老師合作教導的探究式實驗課程組，在科學概念和探究過程技巧的學習表現均較優於控制組，但這些影響會因學生的學業成就不同而有差異。Todd依據學生的推理測驗成績高低，將研究對象分為四組，雖此研究沒有證實教學方式和學生學科能力間有顯著交互作用，但發現經由探究式資訊素養教學，成績最低落學生的科學成績並無起色。此發現與Sivanesarajan等人（1993）進行的研究結果不同，對此不同研究結果，Todd推論是之前的研究對象同質性高，均為低成就學生，老師可根據學生能力來設計適合的資訊素養課程，但這次研究對象的學業能力差異較大，故資訊素養課程內容可能無法滿足每一學生的需求，造成學業成績較弱的學生進步小。

較近期有關學生學業成就因素的研究是Cuevas等人（2005）。他們以25位來自不同語言和文化背景的國小三年級和四年級學生為研究對象，檢視科學探究結合資訊素養課程的介入，是否可縮小不同學業成就學生在進行科學探究表現之差異。研究結果發現無論高成就或低成就學生的探究能力都有進步，但低成就學生在接受介入課程後，其科學探究的進步程度（5.21分）較高成就學生的進步更多（2.73分）。因此，Cuevas等人認為低成就學生可利用主題探究方式來學習，只是開始進行時，老師需要提供較多的鷹架給他們。Ben-David與Zohar（2009）的研究也發現類似結果。他們設計了兩個後設探究策略知識單元的課程（如研究問題的定義、研究假設的形成）融入探究過程，教導八年級實驗組學生，以檢視此後設課程的成效，及是否與學生的學業成就相關；控制組則只進行探究式學習，無教導此課程。結果發現經過此後設課程教導，實驗組的探究表現顯著優於控制組，且與學業成就有交互作用，即低學業成就實驗組學生的探究表現顯著優於控制組。雖此研究的後測寫作測驗出現天花板效應，高程

度學生與低程度學生的成績相近，無法推論前者的進步情形是否受到阻礙。但Ben-David與Zohar強調將後設認知教學融入探究式學習情境，對於低學業成就學生是個有價值的教學策略。

然而，若干類似的研究卻獲得不同研究結果。Chu（2009）利用多位學科老師共同設計的國小四年級探究式專題計畫，來檢測不同學業成就學生的學科知識、資訊素養、閱讀寫作、資訊科技等表現。82位研究對象依據其學業成績高低被分為五組，再在問卷中填答自身的感知。研究結果顯示學生對於自己在探究等方面學習的感知，不會因自身的學業成就高低而有差異。唯一發現達到顯著差異者是中程度與低程度學生的閱讀興趣。因此，Chu以為學業成就對於探究式專題學習不是一個重要調節變項，無論何種學業程度的學生均可受惠於探究式主題教學。然而，由於Chu（2009）使用自答式問卷作為研究工具，其資料的可信度仍有待進一步驗證。

上述洪振方（2010）的實證研究旨在討論思考導向的探究式學習對國二學生的影響，但他也將172名國二實驗組學生按照其科學探究能力測驗成績，分為低、中和高三組，比較其在科學探究各個階段的能力。結果發現低分組學生較無法提出一個合理的假說，或解釋提出的原因；中分組與低分組學生也較無法配合假說設計實驗和控制變因，以及預測實驗結果。洪振方推測可能的原因是思考性的探究式學習活動次數不夠多，建議應將教科書中多個章節的實驗轉換為探究式學習模式。

綜合上述，有關探究式資訊素養融入課程成效之研究結果仍未有定論，無論學生的認知學習層次或自身學業成就高低等變項，均需要進一步進行實證研究，提供證據給資訊素養的教學者，以設計出更完善的資訊素養課程，幫助不同類別的學生自主學習。

三、研究方法

㈠研究架構

研究者近年與一所國小的資訊素養老師團隊共同開發一套資訊素養課程，並將其逐年融入不同學習領域的主題探究。本研究為一長期研究，旨在檢視學生自一至四年級的主題探究中，其記憶和理解融入學科內容之表現，並探討不同學業成就學生間的學習差異，是否會因資訊素養課程的導入而有不同變化。

㈡研究對象

本研究以雲嘉地區的小小國小為研究現場（化名），此國小從2005年開始，一至六年級每週利用一節彈性課程教導資訊素養課程；三至六年級則再利用一節電腦課，教導電腦網路相關素養。本研究利用該校每週一至二節的資訊素養

相關課程，進行探究式資訊素養融入課程，以該校98學年度入學的一年級學童（4個班級共120人）為研究對象。四年以來，因轉學、缺考和填答測驗有缺漏等因素而短少完整資料的人數有48人，故本研究最後的研究對象為72人，男生41人，女生31人。學生學業成就分組的方式是按照研究對象一至四年級全學年的五個學習領域（國語、數學、生活、自然與社會）成績平均來排序。成績前27%為高分組（24人），後27%為低分組（20人），中間則為中分組（28人）[1]。

㈢ 資訊素養課程內容

小小國小的資訊素養課程包括資訊素養歷程層面的主題探究任務，以及資訊素養範圍層面的圖書館素養、圖像媒體素養和電腦網路素養等。其中主題探究任務每學年上和下學期各進行一次，均是融入該學期的相關學習領域單元中，配搭該單元的進度來教學，旨在讓學生在有意義的學習情境中，熟練資訊素養課程習得的各項資訊搜尋、使用和統整的知能，來解決問題。

從一年級下學期至三年級上學期，探究式資訊素養融入課程進行的主題探究多為期一至兩個月不等，以Super3模式為教學架構。選用Super3模式是因此模式專門設計給低年級學生進行探究式學習使用；合作的學校老師希望學生能更熟練Super3三步驟後再進入Big6階段，故三年級上學期的探究學習仍繼續採用Super3模式。有關這些主題探究更深入的研究過程與結果請參考林菁（2011，2012）及林菁、謝欣穎與謝文峰（2014）。表1是此四個學期主題探究的細部資訊。

表1　前四個學期主題探究相關資訊

年級	Super3模式主題探究	融入之學習領域及單元	節數
一年級下學期	校園生物大搜索	生活領域「美麗的春天」單元	21節
二年級上學期	社區巡禮	生活領域「我們的社區」單元	28節
二年級下學期	民俗節慶	生活領域「感恩與祈福」單元	23節
三年級上學期	樹朋友的身分證	自然領域「植物的身體」單元	30節

茲以「社區巡禮」為例，簡單說明利用Super3模式為架構，進行主題探究的流程。首先，在計畫階段老師請學生閱讀有趣的社區資料和觀賞相關媒體，以提升學生的先備經驗，並引發其探究興趣；之後學生自社區的四個地點，任選一個自己有興趣探究的地點，提出二至三個想了解的問題。進入執行階段後，老師帶領學生繞行此四個地點，並向解說老師提問；之後老師教導多元的閱讀策略，以讓學生能從更多相關報章書籍，找出問題的答案。之後，學生將自己的發現製作成數張QA頁（questions & answers），並向全班同學報告。最後

[1] 按照比例，低分組和高分組各應有20人，中分組應有32人。但因有九位學生的總平均分數相同，若全數放在中分組，中分組會有37人，高分組則只有15人。故將此九位學生全數分至高分組，使得高分組人數為24人，略超過27%。

在評量階段，學生根據規準為自己打分數，並反省與思考整個探究的過程，以利日後改進。

隨著學生年齡的增長及能力的提升，探究式資訊素養融入課程從三年級下學期開始採用Super3的進階版—Big6問題解決模式，來進行主題探究，因每位學生已熟悉Super3模式的計畫、執行和評量三階段，可進一步理解再細分的定義問題、尋找策略、取得資訊、使用資訊、統整資訊和評估等六個步驟。每個學期進行一個主題探究，但由於學生最後統整的作品較多元（如根據企畫書實際配置水族箱、製作昆蟲四部曲小書等），且自三年級開始涵蓋的電腦網路素養也益趨複雜，故主題探究進行的時間較長（為期二至二個半月），節數也較多。細部課程的資訊如表2所示。

表2　後三個學期主題探究相關資訊

年級	Big6模式主題探究	融入之學習領域及單元	節數
三年級下學期	家鄉的故事	社會領域「家鄉風情畫」單元	33節
四年級上學期	我們的水族箱	自然領域「水生家族」單元	33節
四年級下學期	我的昆蟲朋友	自然領域「昆蟲世界」單元	34節

茲以四年級下學期「我的昆蟲朋友」任務為例，說明利用Big6模式進行主題探究任務的方式。在定義問題階段，藉由昆蟲相關書籍的閱讀，提高學生學習的動機，並讓其選擇想要探究的昆蟲；之後藉由K（已經知道）和W（還想知道）的思考，繪製昆蟲的概念圖。繼之，在尋找策略和取得資訊階段，學生嘗試運用多元的管道來找尋資訊，如書籍、報紙、期刊、圖鑑、電子資料庫、參訪昆蟲館等。之後，學生閱讀取得的資訊，並將重點記錄在學習單上，此為使用資訊階段。最後，學生統整各項資訊，完成昆蟲四部曲小書創作；並透過反省，重新思考整個主題探究過程還可進步之處，此乃Big6模式中的統整和評估階段。

㈣ 研究工具

本研究為一長期研究，共進行七次主題探究任務，每個任務均採用記憶與理解兩種測驗來評估學習成效，故總共有14個測驗。以下分述這些測驗的信度、難度和鑑別度。

1. 記憶測驗

記憶測驗的題型均為選擇題，旨在檢測學生在融入課程中有關回想事實性知識方面的學習成效。每份測驗題數為18~36題不等，題目如「春天的校園測驗」:「下列哪一項是昆蟲的特徵？①都有翅膀　②都以樹汁當作食物　③都有六隻腳」。各測驗的細部資料列於表3，附錄一為「家鄉的故事測驗」的部分題目。

表3　各記憶測驗之細部資料

測驗名稱	題數	總分	信度 KR-20	難度區間	難度平均	鑑別度區間	鑑別度平均
春天的校園測驗	19	19	.736	.858~.340	.659	.778~.278	.508
社區巡禮測驗	30	30	.693	.978~.134	.529	.618~.082	.366
民俗節慶測驗	27	27	.777	.895~.217	.591	.853~.235	.459
植物的身體測驗	30	30	.753	.847~.389	.645	.891~.211	.675
家鄉的故事測驗	25	25	.770	.897~.297	.759	.727~.113	.474
水生家族測驗	26	26	.898	.911~.418	.659	.744~.105	.497
昆蟲世界測驗	36	36	.954	.912~.436	.782	.635~.295	.470

2. 理解測驗

理解測驗的題型多元，包括選擇、填充、簡答、作文和畫圖題，旨在檢測學生了解並應用融入課程之相關知識、概念和過程的效果。每份測驗各題配分一至六分，由兩位評分者根據規準批改，題數14至21題不等，題目如「春天的校園大考驗」:「請你用不同顏色的彩色筆在圖片上圈出這兩種動物不一樣的地方」。各測驗的細部資料列於表4，附錄二為「家鄉的故事大考驗」的部分題目。

表4　各理解測驗之細部資料

測驗名稱	題數	總分	信度 Cronbach's α	難度區間	難度平均	鑑別度區間	鑑別度平均	評分者信度
春天的校園大考驗	14	31	.785	.921~.271	.619	.920~.246	.600	.873
社區巡禮大考驗	15	62	.771	.882~.433	.602	.933~.333	.667	.850
民俗節慶大考驗	14	35	.710	.832~.168	.598	.937~.245	.560	.946
植物的身體大考驗	15	29	.718	.849~.338	.612	.765~.289	.459	.874
家鄉的故事大考驗	21	28	.795	.872~.341	.519	.640~.241	.452	.850
水生家族大考驗	19	87	.785	.654~.131	.343	.606~.093	.319	.810
昆蟲世界大考驗	15	45	.726	.804~.126	.484	.518~.167	.346	.736

㈤ 資料處理與分析

各測驗的結果以Excel軟體建檔，再以SPSS 20版軟體，進行統計分析，包括分別將學生四年來的記憶與理解測驗分數進行成對樣本*t*檢定，來檢視整體學生在探究式學習之前和後，記憶與理解學習的進步情形。此外，為了解不同學業成就學生四年來在記憶與理解方面之差異趨勢，需進行低中高三組間的跨年度比較。然而，由於四年來發展的七個記憶和理解測驗包含的題數與配分皆不相同，無法直接進行比較。故將三組學生的記憶與理解後測原始分數轉為標準分數T分數，之後低中高組別兩兩相比（如低vs.中組、中vs.高組、低vs.高組），再計算出各組別的效果值大小，做為判斷的依據，以檢視四年長期趨勢的變化。本研究以Cohen（1988）訂定之效果值大小（effect size, *Cohen's D*）作為檢視分析結果的實質應用價值。依據Cohen訂定之效果值標準，0.2以下屬無運用價值，0.2~0.5屬低效果值，0.5~0.8屬中效果值，0.8以上屬高效果值。本研究會依此效果值標準，來判斷四年來不同學業成就學生在記憶與理解學習之差異趨勢。

㈥研究限制

雖然「社區巡禮測驗」、「水生家族大考驗」和「昆蟲世界大考驗」各有一至二題的難度和鑑別度不佳（如「社區巡禮」有一題難度.978，一題鑑別度.082；「水生家族」有一題鑑別度為.093，「昆蟲世界」有一題難度為.126且鑑別度為.167），但為顧及融入課程單元的每個學習目標均有對應的題目，故予以保留。

四、研究結果與討論

㈠融入學科記憶學習的表現分析

1. 整體學生的記憶表現

為檢視研究對象逐年在不同主題探究中學科的記憶學習表現，乃將其填答的七個記憶測驗之前、後測分數，進行成對樣本*t*檢定。由表5可看出，除一年級「校園生物大搜索」稍有退步外（前測是12.68分，後測為12.00分，未達顯著水準p>.05），其餘的記憶學習皆有顯著進步。根據Cohen（1988）的標準，表5的七個效果值中，有三個高效果值，二個中效果值，它們均有實質參考價值；另二個屬低效果，尤以一年級「校園生物大搜索」（*Cohen's D*=–0.213）最低，較無實質參考價值。推測可能原因是研究對象年紀仍小，可能尚未適應此測驗類型所致，或者是第一次接觸探究式資訊素養融入課程，仍未完全掌握此課程欲教導的學習方法。總之，學生在四年探究式學習中學科的記憶學習表現不錯，大多有顯著進步。此結果呼應Wilson等人（2010）、Taraban等人（2007）及研究者之前的研究（林菁，2011，2012），即探究式資訊素養融入課程可幫助國小一至四年級學生記憶融入學科的內容。

表5　四年融入學科的記憶學習測驗之相依樣本t檢定摘要表

年級	前測		後測		*t*	*p*	*Cohen's D*	效果值高低
	平均數	標準差	平均數	標準差				
一年級（生物）	12.68	3.459	12.00	1.993	–1.806	.075	–0.213	低
二年級（社區）	13.60	3.935	19.81	3.283	17.306	.000	2.041	高
二年級（節慶）	16.11	4.949	23.01	3.248	14.105	.000	1.662	高
三年級（樹朋友）	15.47	6.079	19.36	7.974	5.518	.000	0.650	中
三年級（家鄉）	16.99	4.610	20.11	4.787	5.860	.000	0.690	中
四年級（水族箱）	16.18	5.366	21.01	5.377	8.612	.000	1.014	高
四年級（昆蟲）	24.74	7.186	28.22	8.668	3.275	.002	0.385	低

α = .05

2. 不同學業成就學生融入學科記憶學習之前後測差異分析

為了解不同學業成就學生在各主題探究之前、後測表現差異，將研究對象一至四年級五個學習領域平均總成績排序，分成低分組、中分組和高分組等三

組，並將他們逐年的融入學科的記憶測驗，進行前測與後測成對樣本t檢定，結果列於表6。

由表6的21項檢定結果可發現，達顯著進步的有15項，另五項則未達到顯著程度，它們是：一年級「校園生物大搜索」低分組（t = 1.165，p = .258）與中分組（t = –0.741，p = .465）、三年級「樹朋友的身分證」低分組（t = 1.653，p = .115）、四年級「我的昆蟲朋友」中分組（t = 1.273，p = .214）與高分組（t = 1.952，p = .063）。此外，一年級「校園生物大搜索」高分組（t = –3.497，p = .002）則是顯著退步。

表6　不同學業成就學生的記憶學習前、後測相依樣本t檢定

年級	學業成就	人數	前測		後測		t	p	*Cohen's D*	效果值高低
			平均數	標準差	平均數	標準差				
一年級（生物）	低	20	10.40	3.560	11.20	2.608	1.165	.258	0.261	低
	中	28	12.54	2.782	12.14	1.779	–0.741	.465	–0.143	無
	高	24	14.75	2.893	12.50	1.445	–3.497	.002	–0.714	中
二年級（社區）	低	20	10.70	4.079	16.70	3.908	9.189	.000	2.057	高
	中	28	13.93	3.196	20.50	1.915	11.944	.000	2.257	高
	高	24	15.63	3.214	21.58	2.020	8.666	.000	1.766	高
二年級（節慶）	低	20	12.20	4.432	21.15	4.171	8.915	.000	1.994	高
	中	28	16.61	4.825	22.82	2.790	7.960	.000	1.503	高
	高	24	18.79	3.310	24.79	1.641	8.676	.000	1.771	高
三年級（樹朋友）	低	20	12.45	5.404	15.10	5.748	1.653	.115	0.370	低
	中	28	16.07	5.741	21.50	7.058	4.596	.000	0.868	高
	高	24	17.29	6.280	20.42	9.380	3.687	.001	0.753	中
三年級（家鄉）	低	20	13.05	3.818	16.15	5.402	2.800	.011	0.626	中
	中	28	17.07	4.233	21.04	3.958	4.299	.000	0.685	中
	高	24	20.17	2.914	22.33	2.899	2.923	.008	0.595	中
四年級（水族箱）	低	20	14.60	5.295	18.85	5.613	5.044	.000	1.128	高
	中	28	15.75	5.582	21.46	5.037	5.577	.000	1.053	高
	高	24	18.00	4.827	22.29	5.238	4.461	.000	0.910	高
四年級（昆蟲）	低	20	23.30	6.449	27.55	7.770	3.042	.007	0.680	中
	中	28	25.43	5.547	27.57	9.020	1.273	.214	0.240	低
	高	24	25.13	9.294	29.54	9.156	1.952	.063	0.398	低

α = .05

依 Cohen（1988）對效果值的評估標準，重整表6的效果值高低如表7。統整結果顯示，無論低分組、中分組和高分組，它們達到高效果值的數量，均較中效果值和低效果值為多，分別為10個、6個和5個；如以中分組來說，達到高效果值的有4個主題探究任務、中效果值有1個、低效果值有2個。另一方面，若將各分組的效果值平均，可發現低分組平均數（1.017）高於中分組（0.923）及高分組（0.783）。由此可推論探究式資訊素養融入課程對於低程度、中程度和高程度學生的記憶學習均有實質的幫助，尤以低分組進步最多。

表7　不同學業成就組別之記憶學習效果值平均及高低數量統整表

組別	平均	低效果值	中效果值	高效果值
低分組	1.017	2個	2個	3個
中分組	0.923	2個	1個	4個
高分組	0.783	1個	3個	3個
總計		5個	6個	10個

3. 不同學業成就學生的記憶學習差異趨勢分析

由以上結果可知，在探究式學習中，大部分不同學業成就學生的記憶學習皆有進步。為能進一步檢視其彼此間長期的差異趨勢，先將三組學生記憶測驗的後測原始分數轉為標準分數T分數，再將一學年上、下學期後測成績加總平均，並以低分組vs.中分組、中分組vs.高分組、低分組vs.高分組兩兩比對方式，進行獨立樣本t檢定，及計算效果值高低，以分析逐年的差異趨勢(見表8和圖1)。

表8　兩兩分組記憶學科學習差異*Cohen's D*效果值

	一年級	二年級	三年級	四年級
低vs.中分組	0.445	1.053	1.213	0.275
中vs.高分組	0.223	0.919	0.072	0.223
低vs.高分組	0.648	1.695	1.336	0.499

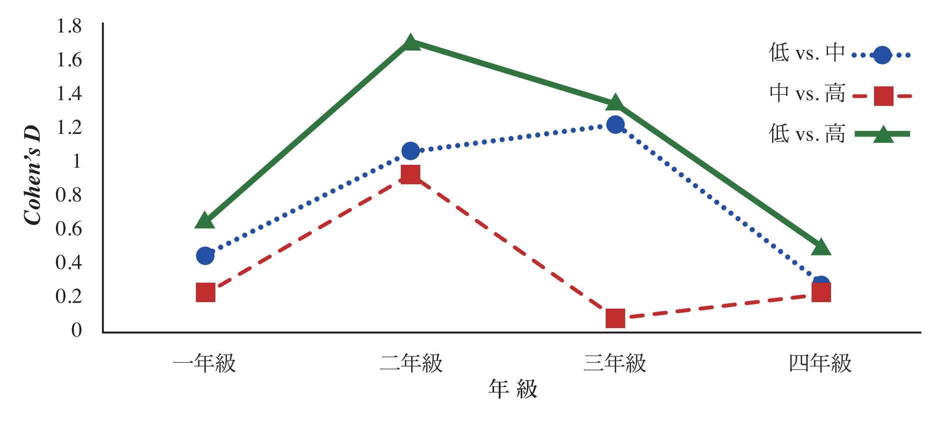


圖1　不同學業成就學生四年記憶學科學習差異趨勢圖

在低vs.中分組方面，記憶學習測驗獨立樣本t檢定發現，一年級(t = 1.401，p = .171)與四年級(t = 0.919，p = .363)皆未達顯著水準，效果值分別為0.445和0.275，皆屬低效果值。但二年級(t = 3.202，p = .004)與三年級(t = 4.056，p = .000)則達顯著水準，效果值分別為1.053和1.213，皆屬高效果值，有較高的實質參考價值。

從中vs.高分組檢定結果可知，只有二年級(t = 3.324，p = .002)達顯著水準，效果值為0.919，屬高效果值。其餘一年級(t = .786，p = .436)、三年級(t = 0.252，p = .802)和四年級(t = 0.785，p = .436)皆未達顯著水準，效果值分

別為0.223、0.072和0.223，皆屬低和無效果值，較無實質參考價值。

低vs.高分組學生檢定結果顯示，一年級（t = 1.990，p = .056）和四年級（t = 1.609，p = .115）皆未達顯著水準，效果值分別為0.648、0.499，屬中和低效果值，反之二年級（t = 5.095，p = .000）與三年級（t = 4.309，p = .000）則達顯著水準，效果值分別為1.695和1.336，屬高效果值，有較高的實質參考價值。

圖1統整各分組長期比較的結果，利用效果值（*Cohen's D*）高低數據，畫出四年趨勢圖。根據圖1可知，無論低vs.中分組、低vs.高分組和中vs.高分組，在一年級下學期進行第一次主題探究任務後，其彼此間的記憶學習尚無顯著差異。但隨著年級增長，彼此間差異也隨之變大，如低vs.中分組、低vs.高分組和中vs.高分組在二年級的差距都大過一年級；低vs.中分組之差距甚至持續擴大至三年級。但經由每學期探究式資訊素養融入課程的長期教導，各組間的差距未持續擴大，反有逐步縮小的趨勢，如中vs.高分組的差距在三年級即下降，至四年級有略為升高，但均無顯著差異，沒有實質意義。低vs.中分組和低vs.高分組之差距雖下降較緩慢，但至四年級也都達到低效果值，顯示彼此間的差異不大。

由上述數據可推知，雖低中高三組學業成就學生的程度仍有差異（如至四年級下學期「我的昆蟲朋友」記憶後測測驗，低中高組三組的分數分別為27.55分, 27.57分和29.54分），但藉由探究式資訊素養課程融入不同學習領域循序漸進的教導，中程度與低程度學生可逐漸掌握記憶學習的方法，學會融入學科中較偏重記憶之知識。對於中分組學生來說，可能由於能力較佳，可較快速的學會記憶之技巧，故他們與高分組學生的差距可在一年中拉近。但對於低分組學生來說，他們則需要較長時間才能學會記憶方法，縮短與中和高分組學生的差異。此結果與Chu（2009）、Ben-David與Zohar（2009）之研究發現類似，意即學業成就對於探究式學習不是一個重要的調節變項，無論何種程度的學生均可受益於探究式學習，只是低程度的學生需要時間可能較長，才能掌握記憶學習的竅門，縮短與其他學業成就學生的差距。

㈡融入學科理解學習的表現分析

1. 整體學生的理解表現

研究對象四年來在不同主題探究中，學科理解測驗之前、後測分數及t檢定結果列於表9。從表9可發現七項理解學習皆有進步，且均達顯著水準。以Cohen（1988）之效果值標準來檢視，七個效果值中有五個高效果及二個中效果，均有實質參考價值。因此，研究對象四年來在探究式資訊素養融入課程的融入學科之理解學習表現佳。此印證了過往的許多研究發現探究式學習有助於深度學習和概念的應用與遷移（林菁，2011，2012；洪振方，2010；Loyens & Rikers, 2011; Mitra & Seriere, 2012）。

表9　四年理解學習測驗之相依樣本t檢定摘要

年級	前測		後測		t	p	*Cohen's D*	效果值高低
	平均數	標準差	平均數	標準差				
一年級（生物）	21.03	5.222	24.54	4.028	6.696	.000	0.788	中
二年級（社區）	29.79	8.900	37.60	7.740	7.032	.000	0.829	高
二年級（節慶）	14.36	5.638	18.68	5.296	7.975	.000	0.940	高
三年級（樹朋友）	8.64	4.047	17.24	5.223	14.016	.000	1.652	高
三年級（家鄉）	13.58	4.222	23.21	5.323	14.901	.000	1.758	高
四年級（水族箱）	34.89	13.067	43.36	13.287	5.693	.000	0.671	中
四年級（昆蟲）	14.75	6.371	22.29	5.673	11.576	.000	1.364	高

$\alpha = .05$

2. 不同學業成就學生的理解學習前後測差異分析

為了解低、中和高分組學生在各主題探究前、後測表現之差異，故進行主題探究前測與後測成對樣本t檢定，如表10所示。由以下21項檢定結果可發現，一至四年級不同學業成就學生大都有顯著進步，只有四年級「我們的水族箱」高分組學生未達顯著水準（$t = 1.804$，$p = .084$），效果值0.369屬低效果值，較無實質參考價值。

表10　不同學業成就學生理解學習前、後測相依樣本t檢定

年級	學業成就	人數	前測		後測		t	p	*Cohen's D*	效果值高低
			平均數	標準差	平均數	標準差				
一年級（生物）	低	20	17.30	6.482	22.90	5.098	4.089	.001	0.914	高
	中	28	21.46	4.041	24.50	3.697	4.718	.000	0.893	高
	高	24	23.63	3.308	25.96	2.851	3.431	.002	0.699	中
二年級（社區）	低	20	24.75	8.608	34.65	7.257	4.271	.000	0.955	高
	中	28	29.68	8.641	36.50	7.275	3.765	.001	0.711	中
	高	24	34.13	7.344	41.33	7.464	4.167	.000	0.850	高
二年級（節慶）	低	20	10.15	4.545	14.40	4.838	5.044	.000	1.128	高
	中	28	13.29	4.585	17.96	4.096	4.969	.000	0.938	高
	高	24	19.13	3.982	23.08	3.283	3.955	.001	0.806	高
三年級（樹朋友）	低	20	7.60	3.747	14.55	4.211	5.814	.000	1.300	高
	中	28	7.79	3.563	16.11	5.101	8.069	.000	1.525	高
	高	24	10.50	4.314	20.79	4.242	11.386	.000	2.323	高
三年級（家鄉）	低	20	11.65	5.019	19.45	5.735	5.562	.000	1.244	高
	中	28	13.61	4.058	24.93	3.868	12.480	.000	2.358	高
	高	24	15.17	3.002	24.33	5.053	8.710	.000	1.777	高
四年級（水族箱）	低	20	28.15	10.806	37.40	17.614	3.068	.006	0.686	中
	中	28	33.75	11.329	45.32	9.760	4.941	.000	0.934	高
	高	24	41.83	13.732	46.04	11.566	1.804	.084	0.369	低
四年級（昆蟲）	低	20	12.25	4.482	19.80	3.636	7.090	.000	1.585	高
	中	28	14.68	5.292	22.86	4.249	8.833	.000	1.669	高
	高	24	16.92	8.091	23.71	7.704	4.887	.000	0.997	高

$\alpha = .05$

根據Cohen（1988）評估標準，重新整理表10的效果值資料如表11。統整結果顯示，在七個主題探究中，無論低分組、中分組和高分組，它們達到高效果值的數量，均較中效果值者和低效果者為值多，分別為17個、3個和1

個。低分組和中分組學生在七個探究式資訊素養融入課程的學科理解學習上，有六個達到高效果值；表示此教學策略可實質幫助此類型學生進行較高層次的學習。它如高分組學生表現亦佳，多半達到高效果值，表示他們沉浸在此探究式教學法中，能實質上理解學科知識和概念之效益。另一方面，若將各分組的效果值平均，可發現中分組平均數（1.290）高於高分組（1.117）及低分組（1.116）。由此可推論：探究式資訊素養融入課程對於低程度、中程度和高程度學生的理解學習均有實質幫助，但中分組進步最多。

表11　不同學業成就組別之理解學習效果值平均及高低數量統整表

分組	平均	低效果值	中效果值	高效果值
低分組	1.116	0個	1個	6個
中分組	1.290	0個	1個	6個
高分組	1.117	1個	1個	5個
總計		1個	3個	17個

3. 不同學業成就學生的理解學習差異趨勢分析

由以上結果可知，除了一組高分組別外，大部分不同學業成就學生在主題探究的理解學習皆有顯著進步。為進一步了解其四年來彼此間在理解學習的差異趨勢，如之前記憶學習所述，先將其理解測驗後測分數轉為標準分數T分數，再將之以低分組vs.中分組、中分組vs.高分組，和低分組vs.高分組方式，兩兩進行獨立樣本*t*檢定，及計算效果值高低，並畫出趨勢圖（見表12和圖2）。

表12　兩兩分組理解學科學習差異 *Cohen's D* 效果值

	一年級	二年級	三年級	四年級
低vs.中分組	0.367	0.743	0.902	0.787
中vs.高分組	0.438	1.339	0.59	0.144
低vs.高分組	0.763	2.275	1.502	0.752

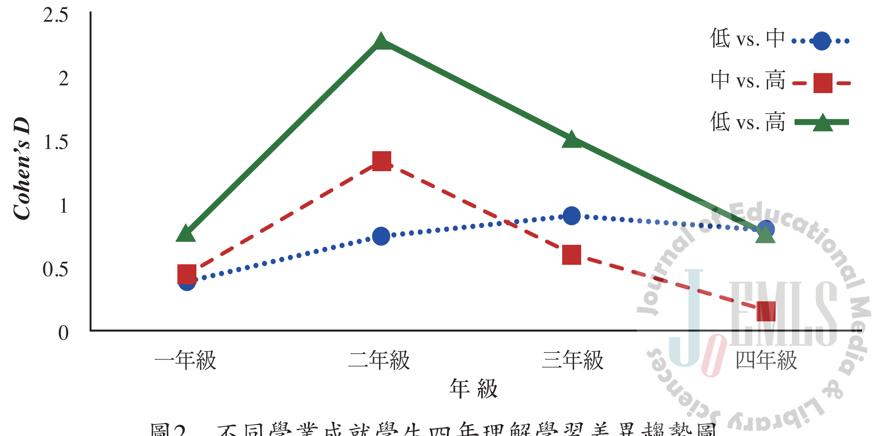


圖2　不同學業成就學生四年理解學習差異趨勢圖

從低vs.中分組獨立樣本t檢定結果得知，只有一年級（t = 1.228，p = .226）未達顯著水準，效果值0.367屬於低效果值，其餘二年級（t = 2.488，p = .017）、三年級（t = 3.015，p = .004），以及四年級（t = 2.634，p = .011）均有顯著水準，效果值分別為0.743、0.902、0.787，皆達高與中效果值，有較高參考價值。

中vs.高分組學生方面，t檢定結果發現一年級（t = 1.540，p = .130）與四年級（t = 0.490，p = .627）皆未達顯著水準，效果值分別為0.438與0.144，皆屬低和無效果值，較無實質參考價值；反之二年級（t = 4.716，p = .000）和三年級（t = 2.078，p = .043）皆達顯著水準，效果值是1.339和0.590，也皆達高和中效果值。

低vs.高分組t檢定發現，一年級（t = 2.345，p = .026）、二年級（t = 7.341，p = .000）、三年級（t = 4.845，p = .000）和四年級（t = 2.426，p = .020）在主題探究式學習的理解測驗皆達顯著水準，一年級和四年級效果值0.763、0.752的屬中效果值，二年級和三年級則分別為2.275和1.502，皆達高效果值，有較高參考價值。

圖2是不同學業成就學生四年來兩兩比較之理解測驗趨勢圖。由圖2可知，就如記憶學習，無論低vs.中分組及中vs.高分組，在一年級進行主題探究任務後，其理解學習尚無顯著差異；但低vs.高分組已展現差異。之後隨著年級增長，其彼此間差異也持續擴大，低vs.中分組在二年級和三年級時，差異緩慢增加，直至四年級才降至中效果值；中vs.高分組的差異則至二年級達到頂點後就急速下降，至四年級兩者間已無顯著差異。低vs.高分組的差異在四年間也於二年級達到頂峰，後逐步舒緩，但至四年級仍有中效果值的差異。

由上述數據可推知，在一年級下學期主題探究中，可能是中、高分組學生都仍在適應此學習方法，故二者理解學習間的差距不大；但理解學習屬於較高層次的學習，低分組學生在一年級時已與高分組學生有顯著差異。之後，高分組學生快速掌握理解學習方法，所以在二年級時，與中分組和低分組的差異達到高峰（*Cohen*'*s D*=1.339和2.275）。然而，就如記憶學習，探究式資訊素養課程融入不同學習領域的教導，可逐步幫助中分組學生獲得應用學科知識和概念的能力，故在理解學科學習上，能縮短與高分組學生的差距；到四年級，二者間差距已沒有實質價值。然而對於低分組學生來說，此探究課程是可幫助其掌握學科內容的概念並靈活應用，逐步縮小中分組和高分組的差距，但最後四年級仍與中、高分組學生有一段距離。因此，如果此長期研究持續進行，可繼續檢視低分組學生在理解學習上與中分組和高分組的差異趨勢是愈益縮小抑或擴大，即可推論探究式教學對於低分組學生理解學習的影響是否需要更長時間才會產生較強效果。

五、結論與建議

㈠結論

從上述研究結果可知，學生在四年探究式資訊素養融入課程的學習中，其學科內容的記憶和理解學習表現不錯，大部分有顯著進步，只有在一年級「校園生物大搜索」的記憶學習略有退步，但並沒有達到顯著水準，這可能是因研究對象對於此類型的測驗尚不熟悉所致；之後，其在二年級再次進行主題探究任務和測驗，情況就較為穩定。因此，探究式資訊素養融入課程可幫助國小一至四年級學生記憶學科中偏重事實性的知識，以及理解學科中的相關概念，並應用於新的情境中。此結果呼應了之前許多學者的發現（林菁，2011，2012；洪振方，2010；Loyens & Rikers, 2011; Mitra & Seriere, 2012; Tarabon et al., 2007; Wilson et al., 2010），即探究式學習是讓學生成為學習的主角，藉由探究與自己興趣相關的主題，以讓學生能熱情地投入探究的過程，無論知識的記憶與推理的應用都可獲得提升。事實上，在此四年的探究式資訊素養融入課程中，每一個探究主題的挑選與教學流程的設計，均是由研究者、國小資訊素養老師和融入學科的科任和級任老師（包括生活領域、自然領域、社會領域和語文領域）三者，經過不斷的對話與反思，共同選擇了適合學生程度的Super3和Big6探究模式，並研擬可配搭的主題探究任務（林菁，2011, 2012；林菁、謝欣穎、謝文峰，2014）。因此，符合Thomas等人（2011）所統整之提升學生探究動機教學策略，包括提供學生自由選擇探究主題的機會、探究主題與課程內容相關、清楚說明探究任務的目標和過程，以及設定符合學生程度的評量標準等。

另一方面，對於不同學業成就學生來說，在融入學科的記憶學習方面，大多數的低、中、高分組學生成績有顯著進步。更進一步，若比較表3各記憶測驗的總分與表6高分組學生的各記憶後測原始成績，可發現天花板效應並沒有在高分組學生身上發生，即高分組學生後測成績與總分還有一段距離（如二年級「民俗節慶」主題探究記憶測驗的總分是27分，高分組學生在此測驗的平均分數為24.79分，與滿分仍有2.21分差距）。因此，Ben-David與Zohar（2009）發現的高程度學生成績進步受到阻擋之情形，並未在本研究發生。本研究的發現與Cuevas等人（2005）類似，即低成就學生可利用主題探究方式來進行記憶學習。中程度學生與高程度學生之差距，也在探究式資訊素養融入課程之長期介入後，在二年級後逐漸縮小；造成此現象的原因應是中程度和低程度學生在主題探究中慢慢地習得有效的記憶策略。因此，學生的學業成就應非探究式學習的一項調節變項，只要學生能投入探究的學習過程中，無論何種程度的學生均能有效的記憶學科知識；對於程度較弱的學生，老師要更有耐心，提供較多鷹架，以讓其能逐步跟上其他程度同儕的腳步（Cuevas et al., 2005）。

再就融入學科的理解學習方面來討論，低、中和高三組學生在七個探究主題之前測和後測比較中，只有一項未達顯著，其它20項均有長足進步，且多半達到高效果值，表示他們沉浸在此探究式教學法中，達到理解學科知識、概念和過程之效益。同樣的，若檢驗表4各理解測驗的總分與表10高分組學生的各理解後測成績，也沒有發現天花板效應（如二年級「民俗節慶」主題探究理解測驗的總分是35分，高分組學生在此測驗的平均分數為23.08分，與滿分仍有11.92分差距）。因此，無論低、中和高成就學生均可利用主題探究方式來進行學科的理解學習。再就理解學習之差異趨勢來檢視，雖然兩兩分組之間的差異至四年級均有縮小，中與高分組之間的差距甚至已無實質意義，但低與中分組及低與高分組則仍有一些差距。此發現與洪振方（2010）的發現類似，即低分組學生可能需要較多的練習機會才能達到較高層次的認知學習，不致與中和高分組同儕之差距愈益增大。

㈡ 建議

根據本研究的發現，提出四點建議做為未來有關此領域教學和研究的參考：

1. 採用Super3和Big6模式的探究式資訊素養融入課程可幫助國小學生記憶融入學科的知識，以及應用融入學科的概念於新的情境。

2. 學生的學業成就不是影響探究式學習的調節變項，只要學生能投入探究的學習過程中，無論何種程度的學生均能有效的學習學科的知識與概念。

3. 低成就和中成就學生藉由探究式資訊素養融入課程的導入，可逐步縮小與其他程度學生在記憶和理解學習的差距，但他們需要熟練此種教學策略的時間可能不一樣。低成就學生可能需要更多的協助與時間方能縮小與中成就和高成就學生的差距。

4. 未來研究可繼續檢視低、中和高分組在五年級和六年級的差異趨勢，以及性別是否是項調節變項，會影響探究式資訊素養融入課程的成效。

誌　謝

本研究為國科會「國小資訊素養教育課程探究之協同行動研究II」（NSC101-2511-S-415-011-MY3）之部分研究成果。

參考文獻

林菁（2008）。資訊素養融入大學生主題探究之研究。*教育資料與圖書館學*，*46*(2)，233-266。

林菁（2011）。資訊素養融入國小一年級「校園生物大搜索」主題探究：以Super3模式為例。*教育資料與圖書館學*，*48*(4)，539-570。

林菁（2012）。資訊素養融入國小二年級社會學習領域「我們的社區」主題探究：以Super3模式為例。*教育資料與圖書館學*，*49*(3)，447-478。

林菁、謝欣穎、謝文峰（2014）。資訊素養融入國小三年級自然學習領域「樹朋友」主題探究。*圖書資訊學研究*，*8*(2)，57-99。

林麗娟（2003）。問題導向融入學生專題探索之評析。*資訊與教育*，*94*，108-114。

侯政宏、崔夢萍（2013）。問題導向網路學習系統應用於國小五年級資訊素養與倫理之研究─著作權單元為例。*教育傳播與科技研究*，*104*，17-36。doi:10.6137/RECT.2013.104.02

洪振方（2010）。思考導向的探究式學習對國二學生科學探究能力的影響。*科學教育學刊*，*18*(5)，389-415。

教育部（2003）。*國民中小學九年一貫課程綱要：自然與生活科技學習領域*。台北：教育部。

許義淵（2006）。資訊素養教學模式Big6教學法融入高中職課程設計─以國文科為例。*蘭女學報*，*10*，45-74。

郭藍儀、陳海泓（2011）。Super3技能融入國小一年級生活課程之探究。*區域與社會發展研究*，*2*，329-362。

黃國禎、郭凡瑞、徐勝旺（2008）。結合Big Six技能與線上自律學習模式之學習策略─以社會科主題探究活動為例。*數位學習科技期刊*，*1*(1)，25-38。

盧秀琴、戴文雄（2012）。國小師資生應用Big6技能於自然領域探究式教學的學習與改進。*科學教育學刊*，*20*(2)，171-192。

謝欣穎、林菁（2013）。國小三年級學生在資訊素養融入主題探究的科學探究學習態度表現。*教育傳播與科技研究*，*103*，1-15。doi:10.6137/RECT.2013.103.01

Abdullah, A., & Zainab, A. N. (2008). Empowering students in information literacy practices using a collaborative digital library for school projects. *Journal of Educational Media & Library Sciences*, *46*(1), 5-29.

Accardi, M. T., Drabinski, E., & Kumbier, A. (2009). *Critical library instruction: Theories and methods*. Duluth, MN: Library Juice Press.

American Association of School Librarians. (2009). *Standards for the 21st-century learner in action*. Chicago, IL: Author.

American Association of School Librarians. & Association for Educational Communication and Technology. (1998). *Information power: Building partnerships for learning*. Chicago, IL: American Library Association.

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., … Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing*. New York, NY: Longman.

Andretta, S. (2005). *Information literacy: A practitioner's guide*. Oxford, UK: Chandos.

Ben-David, A., & Zohar, A. (2009). Contribution of meta-stratgic knowledge to scientific inquiry learning. *International Journal of Science Education*, *31*(12), 1657-1682.

Berghoff, B., Egawa, K. A., Harste, J., & Hoonan, B. T. (2000). *Beyond reading and writing: Inquiry, curriculum, and multiple ways of knowing*. Urbana, IL: National Council of Teachers of English.

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Kruthwohl, D. R. (Eds.). (1956).

Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I. Cognitive domain. New York: McKay.

Callison, D. (2006). Enough already?: Blazing new trails for school library research: An interview with Keith Curry Lance, Director, Library Research Service, Colorado State Library & University of Denver. *School Library Media Research*, *8*, 1-39. Retrieved from http://www.ala.org/aasl/aaslpubsandjournals/slmrb/editorschoiceb/lance/interviewlance#top

Chang, C.-Y., & Mao, S.-L. (1999). Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. *Journal of Educational Research*, *92*(6), 340-387. doi:10.1080/00220679909597617

Chu, K. W. S. (2009). Inquiry project-based learning with a partnership of three types of teachers and the school librarian. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *60*(8), 1671-1686. doi:10.1002/asi.21084

Chu, S. K., Tse, S. K., Loh, E. K. Y., & Chow, K. (2011). Collaborative inquiry project-based learning: Effects on reading ability and interests. *Library & Information Science Research*, *33*(3), 236-243. doi:10.1016/j.lisr.2010.09.008

Cohen. J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Crow, S. R. (2009). Relationships that foster intrinsic motivation for information seeking. *School Libraries Worldwide*, *15*(2), 91-112.

Cuevas, P., Lee, O., Hart, J., & Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*(3), 337-357. doi:10.1002/tea.20053

Eisenberg, M. B, & Berkowitz, R. E. (1999). *Teaching information & technology skills: The big6 in elementary schools*. Worthington, OH: Linworth.

Eisenberg, M. B., Lowe, C. A., & Spitzer, K. L. (2004). *Information literacy: Essential skills for the information age* (2nd ed.). Westport, CT: Libraries Unlimited.

Eisenberg, M. B., & Robinson, L. E. (2007). *The Super3: Information skills for young learners*. Worthington, OH: Linworth.

Fontichiaro, K. (2009). *21st- century learning in school libraries*. Santa Barbara, CA: Libraries Unlimited.

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, *82*(3), 300-329. doi:10.3102/0034654312457206

Grassian, E. S., & Kaplowitz, J. R. (2009). *Information literacy instruction: Theory and practice*. New York: Neal-Schuman.

Harada, V. H., & Yoshina, J. M. (2004). *Inquiry learning through librarian-teacher partnerships*. Worthington, OH: Linworth.

Harris, B. R. (2012). Subversive infusions: Strategies for the integration of information literacy across the curriculum. *The Journal of Academic Librarianship*, *39*(2), 175-180. doi:10.1016/j.acalib.2012.10.003

Heider, K. L. (2009). Information literacy: The missing link in early childhood education. *Early*

Childhood Education Journal, *36*(6), 513-518. doi:10.1007/s10643-009-0313-4

Houle, M. E., & Barnett, G. M. (2008). Students' conceptions of sound waves resulting from the enactment of a new technology-enhanced inquiry-based curriculum on urban bird communication. *Journal of Science Education and Technology*, *17*, 242-251. doi:10.1007/s10956-008-9094-6

Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory Into Practice*, *41*(4), 212-218. doi:10.1207/s15430421tip4104_2

Kuhlthau, C., Maniotes, L., & Caspari, A. (2007). *Guided inquiry: Learning in the 21st century*. Westport, CT: Libraries Unlimited.

Kuhn, D. (2008). *Education for thinking*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Lombard, E. (2010). *Pursuing information literacy: Roles and relationships*. Oxford, UK: Chandos.

Lowery, J. (2005). Information literacy and writing: Natural partners in the library media center. *Knowledge Quest*, *34*(2), 13-15.

Loyens, S. M. M., & Rikers, R. M. J. P. (2011). Instruction based on inquiry. In R. Mayer & P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (pp. 361-381). New York: Routledge.

Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(4), 474-496. doi:10.1002/tea.20347

Mitra, D. L., & Serriere, S. C. (2012). Student voice in elementary school reform: Examining youth development in fifth graders. *American Educational Research Journal*, *49*(4), 743-774. doi:10.3102/0002831212443079

National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.

Pine, J., Aschbacher, P., Roth, E., Jones, M., McPhee, C., Martin, C., …Foley, B. (2006). Fifth graders' science inquiry abilities: A comparative study of students in hands-on and textbook curricula. *Journal of Research in Science Teaching*, *43*(5), 467-484. doi:10.1002/tea.20140

Saunders-Stewart, K. S., Gyles, P. D. T., & Shore, B. M. (2012). Student outcomes in inquiry instruction: A literature-derived inventory. *Journal of Advanced Academics*, *23*(1), 5-31. doi:10.1177/1932202X11429860

Savage, T. V., & Armstrong, D. G. (2007). *Effective teaching in elementary social studies* (6th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.

Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T.-Y. & Lee, Y.-H. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, *44*(10), 1436-1460. doi:10.1002/tea.20212

Shymansky, J. A., Hedges, L. V., & Woodworth, G. (1990). A reassessment of the effects of inquiry-based science curriculum of the 60s on student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, *27*(2), 127-144. doi:10.1002/tea.3660270205

Sivanesarajan, Y., McNicholas, C., & Todd, R. (1993). Making sense of science: An information

skills approach. *Science Education News*, *42*, 25-27.

Soares, L. B., & Wood, K. (2010). A critical literacy perspective for teaching and learning social studies. *The Reading Teacher*, *63*(6), 486-494. doi:10.1598/RT.63.6.5

Taraban, R., Box, C., Myers, R., Pollard, R., & Bowen, C. W. (2007). Effects of active-learning experiences on achievement, attitudes, and behaviors in high school biology. *Journal of Research in Science Teaching*, *44*(7), 960-979. doi:10.1002/tea.20183

Taylor, T., Arth, J., Solomon, A., & Williamson, N. (2007). *100% information literacy success*. Clifton Park, NY: Thomson Delmar Learning.

Thomas, N. P., Crow, S. R., & Franklin, L. L. (2011). *Information literacy and information skills instruction: Applying research to practice in the 21st century school library*. Santa Barbara, CA: Libraries Unlimited.

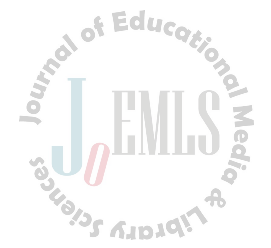
Todd, R. J. (1995). Integrated information skills instruction: Does it make a difference? *School Library Media Quarterly*, *23*(2), 133-138.

Wang, J.-R., Huang, B.-Y., Tsay, R.-F., Lee, K.-P., Lin, S.-W., & Kao, H.-L. (2011). A meta-analysis of inquiry-based instruction on student learning outcomes in Taiwan. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 20(3), 534-542.

Wilson, C. D., Taylor, J. A., Kowalski, S. M., & Carlson, J. (2010). The relative effects and equity of inquiry-based and commonplace science teaching on students' knowledge, reasoning, and argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(3), 276-301. doi:10.1002/tea.20329

Wolf, S. J., & Fraser, B. J. (2008). Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities. *Research in Science Education*, *38*(3), 321-341. doi:10.1007/s11165-007-9052-y

Yates, C., Stoodley, I., Partridge, H., Bruce, C., Cooper, H., Day, G., & Edwards, S. L. (2012). Exploring health information use by older Australians within everyday life. *Library Trends*, *60*(3), 460-478. doi:10.1353/lib.2012.0004



林　菁 ORCID 0000-0002-6759-0645
顏仁德 ORCID 0000-0003-2743-0046
黃財尉 ORCID 0000-0002-2726-5565

附錄一　「家鄉的故事測驗」的部分題目

1.（　）家鄉的先民會為了滿足何種需求而建造古城門？①安全　②信仰　③運輸　④生產。

2.（　）「丘陵廣布，日照充足，能生產品質優良的柳丁。」這是屬於下列哪一類的家鄉特色？①飲食習慣　②娛樂　③建築　④物產。

3.（　）嘉義市的「蘇周連宗祠」是屬於哪一類的家鄉特色？①加工品　②商店　③建築　④農作物。

4.（　）下列對於家鄉風貌的敘述，哪一項錯誤？①家鄉風貌是長期累積的結果　②家鄉自然環境不同，會產生不同的特色　③應該要多了解自己家鄉的風貌　④每個人的家鄉風貌都相同。

5.（　）小玉想認識家鄉信仰方面的風貌，她應該參觀哪裡？①砲臺　②水圳　③學校　④土地公廟。

附錄二　「家鄉的故事大考驗」的部分題目

• 我是導覽員

家鄉有很多獨特的物產值得推薦給我們的外國朋友。現在就讓我們當一位稱職的導覽員，向你的朋友介紹一項家鄉的特色（例如：農產品、美食、建築物、景點、節慶活動等），並說說你為什麼想介紹它。

1. 我的家鄉在____________（縣/市）____________（鄉/鎮/市）

2. 我想介紹的是______________________________

3. 它特別的地方是：
   (1) ______________________________
   (2) ______________________________
   (3) ______________________________

4. 我喜歡它是因為：
   (1) ______________________________
   (2) ______________________________
   (3) ______________________________

5. 我想如何推廣它？

____

____

6. 我覺得它還可以被如何改善會更棒？

____

____

Journal of Educational Media & Library Sciences 51 : 4 (Summer 2014) : 586-595
DOI:10.6120/JoEMLS.2014.514/0629.RS.CM



Research Article

The Effects of Inquiry-Based Integrated Information Literacy Instruction: Four-Year Trends

Lin Ching Chen[a*], Ren-De Yan[b], Tsai-Wei Huang[c]

Abstract

The purpose of this study was to examine the effects of four-year integrated information literacy instruction via a framework of inquiry-based learning on elementary students' memory and comprehension. Moderating factors of students' academic achievement was another focus of this study. The subjects were 72 students who have participated in this study since they entered an elementary school in Chiayi district. This elementary school adopted the integrated information literacy instruction, designed by the researchers and elementary school teachers, and integrated it into various subject matters via a framework of inquiry-based learning, such as Super 3 and Big6 models. A series of inquiry-based integrated information literacy instruction has been implemented since the second semester of the subjects' first grade. A total of seven inquiry learning projects has been implemented from grade one through grade four. Fourteen instruments were used as pretests and posttests to assess students' factual recall and conceptual understanding of subject contents in different projects. The results showed that inquiry-based integrated information literacy instruction could help students memorize facts and comprehend concepts of subject contents. Regardless of academic achievements, if students would like to devote their efforts to inquiry processes, their memory and comprehension of subject contents improved effectively. However, students of low-academic achievement might need more time to be familiar with the inquiry-based learning strategy.

Keywords: *Inquiry-based learning; Information literacy; Memory; Comprehension; Academic achievement; Longitudinal study*

SUMMARY

Introduction

Information literacy is the ability to recognize, locate, evaluate, use and create the information needed effectively (AASL & AECT, 1998; Andretta, 2005). Many studies find that information literacy instruction should be integrated across

[a] Professor, Department of E-learning Design & Management, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan
[b] Graduate student, Department of E-learning Design & Management, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan
[c] Professor, Department of Counseling, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan
* Principal author for all correspondence. E-mail: lingin@mail.ncyu.edu.tw

the contexts of school curriculum and through inquiry-based learning (Chen, 2013; Eisenberg, Lower & Spitzer, 2004; Kuhlthau, Maniotes & Caspari, 2007; Rockman, 2004). Inquiry-based learning results better knowledge application and reasoning skills. However it is not as effective in basic or factual knowledge acquisition than traditional curriculum does (Strobel & Barneveld, 2009; Wolf & Eraser, 2008). Studies also find that students of different academic achievement may perform differently in integrated information literacy instruction (Chu, 2009; Cuevas, Lee, Hart & Deaktor, 2005; Todd, 1995). However, the abovementioned studies are mostly conducted in a short term. Few research investigates the effects of information literacy instruction in a longer period of time.

The purpose of this study is to investigate the effects of four-year integrated information literacy instruction on elementary students' memory retention and comprehension of subject contents through inquiry-based learning. Moderating factor of students' academic achievement is another focus of this study.

Methods

The researchers collaborated with classroom teachers and school librarians to develop the inquiry-based information literacy curriculum and integrated it into various subject matters year by year. All participants received two pretests, the integrated instruction, and two posttests each semester since the first grade. The tests were designed to test participants' memory retention and comprehension of the instructional contents respectively.

The study was conducted at Chiachia Elementary School (a pseudonym), which was in an urban area in southern Taiwan. Since 2005, this school has adopted the information literacy curriculum and integrated it into various subject matters. The curriculum was taught once a week from the first grade to the second grade and twice the third grade through the sixth grade. Each class period was forty minutes.

The participants were 72 students (41 boys and 31 girls), who have enrolled in this study since they were first graders entering Chiachia Elementary School. According to their performance in five subject areas (Chinese, mathematics, life, science, and social studies) for the past four years, participants were divided into three groups of low-, medium-, and high-academic achievement students.

The information literacy curriculum was integrated into subject matters via an inquiry-learning framework, such as Super3 and Big6 models. A total of seven inquiry projects had been carried out in each semester since the second semester of the first grade. The inquiry themes involved relevant units in subject matters so that students could apply the information literacy skills in real situations.

Seven instruments of memory retention were used as pretests and posttests to

assess students' recall of factual knowledge. All of the questions were multiple-choice. The KR-20 reliability coefficients of the seven memory tests were from .693~.954. Their discrimination coefficients ranged from .366 to .675.

Seven instruments of comprehension were used to assess students' understanding and applications of the subject contents in different projects. There were different types of questions in the instruments, such as multiple-choice, fill-in-the-blank, essay, drawing, etc.. The Cronbach's α reliability coefficients of the seven tests were from .710~.785. The discrimination coefficients of the seven tests ranged from .217 to .600.

The data source for this study was the scores from the instruments. Data were collected over 4 years from 7 inquiry projects and analyzed by SPSS 20. Paired sample *t* tests were conducted to measure students' improvements in memory retention and comprehension between pretests and posttests. Due to the item numbers were different among the seven instruments of memory retention and comprehension, the test scores could not be compared directly. Therefore, the test scores of memory retention and comprehension were transformed into standard T scores and pair-wise comparisons (i.e. low-achieving group vs. medium-achieving group, low-achieving group vs. high-achieving group) were used to obtain the difference between them. The effect sizes (*Cohen's d*) were calculated in order to determine the relative magnitudes of experimental treatments and to judge the practical meaningfulness of the results derived. At last, the effect size values were plotted out in a run chat which displayed four-year trend among students of different academic achievements.

Results

1. Students' Memory Retention in the Inquiry-Based Learning Projects

The results of paired-sample *t* tests for seven memory retention pretests and posttests in the inquiry-based projects were calculated. Except for "Investigation of Life on Campus" in the first grade, all six obtained t values were all significant. The results might be caused by the reason that the participants learned the inquiry-based information literacy curriculum for the first time. In all, students performed well in memorizing factual knowledge in subject-matter contents.

To further understand the learning performance differences among students of different academic achievements, paired *t* tests for memory retention pretests and posttests on seven inquiry projects were conducted. According to Cohen's effect size index (1988), regardless of low-, medium- and high-achieving students, the numbers of large effect size were more than the numbers of medium and small effect size. It implied that the instructional interventions could improve effectively students' memory retention, regardless of their academic achievements.

We further examined the trends of effect sizes across four years by comparing the posttest scores between two groups. All the three trends of effect sizes seemed to increase in the second grade and then decrease from the third grade thru the fourth grade. This meant that the discrepancies of memory capability between students of lower level and higher level of academic achievements were first enlarged but shrunk later after integrating information literacy into the inquiry projects during the four years. In other words, the lower levels of academic-achieving students may be not familiar with memory learning in the information literacy instructions at the beginning, but they can progress and reach to the level of high academic-achieving students in one or two years later. The medium-achieving students reached to level of the high-achieving students in the third grade, while the low-achieving students drew near the memorization levels of their medium- and high-achieving peers in the fourth grade.

2. Students' Comprehension in the Inquiry-Based Learning Projects

The obtained t values of paired-sample *t* tests for seven comprehension pretests and posttests were all significant, which meant all students improved in comprehending subject contents. Regardless of low-, medium- and high-achieving students, the numbers of large effect size were more than the numbers of medium and small effect size. The medium achieving students progressed with the highest level of improvement.

The comprehension trends of effect sizes across the four years between the two groups were similar to the memory retention trends. All the three trends of effect sizes seemed to increase in the second grade and then decrease from the third grade to the fourth grade. The discrepancies of comprehension capability between lower and higher levels of academic-achieving students were first enlarged but shrunk later after integrating information literacy into the inquiry projects during the four years. The scenario of progression on comprehension ability was specially manifested for the medium-achieving students to reach to level of the high-achieving students. However, the effect sizes of L-M and L-H in the fourth grade still are medium magnitude, which have practical significance. Thus, it seems that low-achieving students may need more time to get familiar with inquiry-based learning strategy.

Conclusion

In the four-year integrated information literacy instruction, students performed well in memorizing and comprehending subject contents. Therefore, integrating information literacy into inquiry learning can help elementary students memorize factual knowledge, comprehend subject concepts and apply in new situations. These findings are similar to the results found by previous researchers

(Chen, 2012; Loyens & Rikers, 2011). In fact, in the four-year integrated information literacy instruction, the selection of inquiry topics and the design of instructional activities were both completed via constant dialogues among researchers, classroom teachers and librarians. Thus, the integrated instruction matched the elements for building inquiry motivation proposed by Thomas, Crow and Franklin (2011). The elements included choice of topics, ties between course contents and research topics, explicit goals and evaluation criteria, etc..

With respect to academic achievements, regardless of low-, medium- and high- achieving students, if students would like to devote their efforts to inquiry processes, their factual memory and conceptual understanding of subject contents improved effectively. Low- achieving students were still behind medium- and high- achieving ones in comprehension learning. The results confirms Hung's claim (2010) that students of low-academic achievement might need more time to be familiar with inquiry-based learning strategy.

ROMANIZED & TRANSLATED REFERENCE FOR ORIGINAL TEXT

林菁[Chen, Lin Ching]（2008）。資訊素養融入大學生主題探究之研究[A study on integrating information literacy into undergraduates' inquiry learning]。教育資料與圖書館學，*46*(2)，233-266 [*Journal of Educational Media & Library Sciences*, *46*(2), 233-266]。

林菁[Chen, Lin Ching]（2011）。資訊素養融入國小一年級「校園生物大搜索」主題探究：以Super3模式為例[Integrating information literacy into first-grade inquiry learning: An example of creature investigation on campus using the Super3 model]。教育資料與圖書館學，*48*(4)，539-570 [*Journal of Educational Media & Library Sciences*, *48*(4), 539-570]。

林菁[Chen, Lin Ching]（2012）。資訊素養融入國小二年級社會學習領域「我們的社區」主題探究：以Super3模式為例[Integrating information literacy into second-grade inquiry learning using the Super3 model: An example of our community in social studies]。教育資料與圖書館學，*49*(3)，447-478 [*Journal of Educational Media & Library Sciences*, *49*(3), 447-478]。

林菁、謝欣穎、謝文峰[Chen, Lin Ching, Hsieh, Hsin-Ying, & Sie, Wun-Feng]（2014）。資訊素養融入國小三年級自然學習領域「樹朋友」主題探究[Integrating information literacy into third-grade science inquiry learning: An example of my plant]。圖書資訊學研究，*8*(2)，57-99 [Journal of Library and Information Science Research, *8*(2), 57-99]。

林麗娟[Lin, Linda]（2003）。問題導向融入學生專題探索之評析[Wenti daoxiang rongru xuesheng zhuanti tansuo zhi pingxi]。資訊與教育，*94*，108-114 [*Information and Education*, *94*, 108-114]。

侯政宏、崔夢萍[Hou, Cheng-Hung, & Tsuei, Meng-Ping]（2013）。問題導向網路學習系統應用於國小五年級資訊素養與倫理之研究—著作權單元為例[A study of developing the problem-based learning system on information literacy and ethic curriculum for fifth-

grade students: Applying on the internet copyright courses]。教育傳播與科技研究，*104*，17-36 [*Research of Educational Communications and Technology*, *104*, 17-36]。doi:10.6137/RECT.2013.104.02

洪振方[Hung, Jeng-Fung]（2010）。思考導向的探究式學習對國二學生科學探究能力的影響[The influences of a thinking-based inquiry learning intervention on eighth graders' scientific inquiry abilities]。科學教育學刊，*18*(5)，389-415 [*Chinese Journal of Science Education*, *18*(5), 389-415]。

教育部[Ministry of Education.]（2003）。國民中小學九年一貫課程綱要：自然與生活科技學習領域[*Guomin zhongxiaoxue jiu nian yi guan kecheng gangyao: Ziran yu shenghuo keji xuexi lingyu*]。台北：教育部[Taipei: Author]。

許義淵[Hsu, I-Yuan]（2006）。資訊素養教學模式Big6教學法融入高中職課程設計—以國文科為例[The incorporation of the Big 6 teaching method of the information equipment teaching mode into senior high schools and occupational senior high schools curriculum designing--taking chinese subject for example]。蘭女學報，*10*，45-74 [*Bulletin of Taiwan Provincial Lan Yang Girls' Senior High School*, *10*, 45-74]。

郭藍儀、陳海泓[Kuo, Lan-Yi, & Chen, Hai-Hon]（2011）。Super3技能融入國小一年級生活課程之探究[The study of integrating Super3 skills into first grade life curriculum in elementary school]。區域與社會發展研究，*2*，329-362 [*The Journal of Regional and Social Development Research*, *2*, 329-362]。

黃國禎、郭凡瑞、徐勝旺[Hwang, Gwo-Jen, Kuo, Fan-Ray, & Hsu, Sheng-Wang]（2008）。結合Big Six技能與線上自律學習模式之學習策略—以社會科主題探究活動為例[A learning strategy using the Big Six skills and the self-regulation model: A theme-based learning activity in a social science course]。數位學習科技期刊，*1*(1)，25-38 [International Journal on Digital Learning Technology, *1*(1), 25-38]。

盧秀琴、戴文雄[Lu, Chow-Chin, & Tai, Wen-Hsiung)]（2012）。國小師資生應用Big6技能於自然領域探究式教學的學習與改進[Pre-service elementary teachers use of Big6 skill for learning and improving their science inquiry teaching]。科學教育學刊，*20*(2)，171-192 [*Chinese Journal of Science Education*, *20*(2), 171-192]。

謝欣穎、林菁[Hsieh, Hsin-Ying, & Chen, Lin Ching]（2013）。國小三年級學生在資訊素養融入主題探究的科學探究學習態度表現[Third-graders' attitude towards science inquiry and learning in the integrated information literacy inquiry learning]。教育傳播與科技研究，*103*，1-15 [Research of Educational Communications and Technology, *103*, 1-15]。doi:10.6137/RECT.2013.103.01

Abdullah, A., & Zainab, A. N. (2008). Empowering students in information literacy practices using a collaborative digital library for school projects. *Journal of Educational Media & Library Sciences*, *46*(1), 5-29.

Accardi, M. T., Drabinski, E., & Kumbier, A. (2009). *Critical library instruction: Theories and methods*. Duluth, MN: Library Juice Press.

American Association of School Librarians. (2009). *Standards for the 21st-century learner in action*. Chicago, IL: Author.

American Association of School Librarians. & Association for Educational Communication and Technology. (1998). *Information power: Building partnerships for learning*. Chicago, IL: American Library Association.

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., … Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing*. New York, NY: Longman.

Andretta, S. (2005). *Information literacy: A practitioner's guide*. Oxford, UK: Chandos.

Ben-David, A., & Zohar, A. (2009). Contribution of meta-stratgic knowledge to scientific inquiry learning. *International Journal of Science Education*, *31*(12), 1657-1682.

Berghoff, B., Egawa, K. A., Harste, J., & Hoonan, B. T. (2000). *Beyond reading and writing: Inquiry, curriculum, and multiple ways of knowing*. Urbana, IL: National Council of Teachers of English.

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Kruthwohl, D. R. (Eds.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I. Cognitive domain*. New York: McKay.

Callison, D. (2006). Enough already?: Blazing new trails for school library research: An interview with Keith Curry Lance, Director, Library Research Service, Colorado State Library & University of Denver. *School Library Media Research*, *8*, 1-39. Retrieved from http://www.ala.org/aasl/aaslpubsandjournals/slmrb/editorschoiceb/lance/interviewlance#top

Chang, C.-Y., & Mao, S.-L. (1999). Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. *Journal of Educational Research*, *92*(6), 340-387. doi:10.1080/00220679909597617

Chu, K. W. S. (2009). Inquiry project-based learning with a partnership of three types of teachers and the school librarian. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *60*(8), 1671-1686. doi:10.1002/asi.21084

Chu, S. K., Tse, S. K., Loh, E. K. Y., & Chow, K. (2011). Collaborative inquiry project-based learning: Effects on reading ability and interests. *Library & Information Science Research*, *33*(3), 236-243. doi:10.1016/j.lisr.2010.09.008

Cohen. J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Crow, S. R. (2009). Relationships that foster intrinsic motivation for information seeking. *School Libraries Worldwide*, *15*(2), 91-112.

Cuevas, P., Lee, O., Hart, J., & Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*(3), 337-357. doi:10.1002/tea.20053

Eisenberg, M. B, & Berkowitz, R. E. (1999). *Teaching information & technology skills: The big6 in elementary schools*. Worthington, OH: Linworth.

Eisenberg, M. B., Lowe, C. A., & Spitzer, K. L. (2004). *Information literacy: Essential skills for the information age* (2nd ed.). Westport, CT: Libraries Unlimited.

Eisenberg, M. B., & Robinson, L. E. (2007). *The Super3: Information skills for young learners*. Worthington, OH: Linworth.

Fontichiaro, K. (2009). *21st- century learning in school libraries*. Santa Barbara, CA: Libraries Unlimited.

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, *82*(3), 300-329. doi:10.3102/0034654312457206

Grassian, E. S., & Kaplowitz, J. R. (2009). *Information literacy instruction: Theory and practice*. New York: Neal-Schuman.

Harada, V. H., & Yoshina, J. M. (2004). *Inquiry learning through librarian-teacher partnerships*. Worthington, OH: Linworth.

Harris, B. R. (2012). Subversive infusions: Strategies for the integration of information literacy across the curriculum. *The Journal of Academic Librarianship*, *39*(2), 175-180. doi:10.1016/j.acalib.2012.10.003

Heider, K. L. (2009). Information literacy: The missing link in early childhood education. *Early Childhood Education Journal*, *36*(6), 513-518. doi:10.1007/s10643-009-0313-4

Houle, M. E., & Barnett, G. M. (2008). Students' conceptions of sound waves resulting from the enactment of a new technology-enhanced inquiry-based curriculum on urban bird communication. *Journal of Science Education and Technology*, *17*, 242-251. doi:10.1007/s10956-008-9094-6

Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory Into Practice*, *41*(4), 212-218. doi:10.1207/s15430421tip4104_2

Kuhlthau, C., Maniotes, L., & Caspari, A. (2007). *Guided inquiry: Learning in the 21st century*. Westport, CT: Libraries Unlimited.

Kuhn, D. (2008). *Education for thinking*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Lombard, E. (2010). *Pursuing information literacy: Roles and relationships*. Oxford, UK: Chandos.

Lowery, J. (2005). Information literacy and writing: Natural partners in the library media center. *Knowledge Quest*, *34*(2), 13-15.

Loyens, S. M. M., & Rikers, R. M. J. P. (2011). Instruction based on inquiry. In R. Mayer & P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (pp. 361-381). New York: Routledge.

Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(4), 474-496. doi:10.1002/tea.20347

Mitra, D. L., & Serriere, S. C. (2012). Student voice in elementary school reform: Examining youth development in fifth graders. *American Educational Research Journal*, *49*(4), 743-774. doi:10.3102/0002831212443079

National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.

Pine, J., Aschbacher, P., Roth, E., Jones, M., McPhee, C., Martin, C., …Foley, B. (2006). Fifth graders' science inquiry abilities: A comparative study of students in hands-on and textbook curricula. *Journal of Research in Science Teaching*, *43*(5), 467-484. doi:10.1002/tea.20140

Saunders-Stewart, K. S., Gyles, P. D. T., & Shore, B. M. (2012). Student outcomes in inquiry instruction: A literature-derived inventory. *Journal of Advanced Academics*, *23*(1), 5-31. doi:10.1177/1932202X11429860

Savage, T. V., & Armstrong, D. G. (2007). *Effective teaching in elementary social studies* (6th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.

Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T.-Y. & Lee, Y.-H. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, *44*(10), 1436-1460. doi:10.1002/tea.20212

Shymansky, J. A., Hedges, L. V., & Woodworth, G. (1990). A reassessment of the effects of inquiry-based science curriculum of the 60s on student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, *27*(2), 127-144. doi:10.1002/tea.3660270205

Sivanesarajan, Y., McNicholas, C., & Todd, R. (1993). Making sense of science: An information skills approach. *Science Education News*, *42*, 25-27.

Soares, L. B., & Wood, K. (2010). A critical literacy perspective for teaching and learning social studies. *The Reading Teacher*, *63*(6), 486-494. doi:10.1598/RT.63.6.5

Taraban, R., Box, C., Myers, R., Pollard, R., & Bowen, C. W. (2007). Effects of active-learning experiences on achievement, attitudes, and behaviors in high school biology. *Journal of Research in Science Teaching*, *44*(7), 960-979. doi:10.1002/tea.20183

Taylor, T., Arth, J., Solomon, A., & Williamson, N. (2007). *100% information literacy success*. Clifton Park, NY: Thomson Delmar Learning.

Thomas, N. P., Crow, S. R., & Franklin, L. L. (2011). *Information literacy and information skills instruction: Applying research to practice in the 21st century school library*. Santa Barbara, CA: Libraries Unlimited.

Todd, R. J. (1995). Integrated information skills instruction: Does it make a difference? *School Library Media Quarterly*, *23*(2), 133-138.

Wang, J.-R., Huang, B.-Y., Tsay, R.-F., Lee, K.-P., Lin, S.-W., & Kao, H.-L. (2011). A meta-analysis of inquiry-based instruction on student learning outcomes in Taiwan. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 20(3), 534-542.

Wilson, C. D., Taylor, J. A., Kowalski, S. M., & Carlson, J. (2010). The relative effects and equity of inquiry-based and commonplace science teaching on students' knowledge, reasoning, and argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(3), 276-301. doi:10.1002/tea.20329

Wolf, S. J., & Fraser, B. J. (2008). Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities. *Research in Science Education*, *38*(3), 321-341. doi:10.1007/s11165-007-9052-y

Yates, C., Stoodley, I., Partridge, H., Bruce, C., Cooper, H., Day, G., & Edwards, S. L. (2012). Exploring health information use by older Australians within everyday life. *Library Trends*, *60*(3), 460-478. doi:10.1353/lib.2012.0004

Lin Ching Chen ORCID 0000-0002-6759-0645
Ren-De Yan ORCID 0000-0003-2743-0046
Tsai-Wei Huang ORCID 0000-0002-2726-5565


Journal of Educational Media & Library Sciences
JoEMLS

教育資料與圖書館學　51 : 4 (Summer 2014) : 597-635
DOI:10.6120/JoEMLS.2014.514/0612.RV.CM



大學院校應用學習分析之概況

陳鏗任

摘要

在高等教育普及化的今日，維持鼓勵眾多大學生的學習動機與毅力，使其不但能扎實所學，也能陶冶悠游大學中的學術文化，已成為美國大學教師與校務單位益形吃重的任務之一。本文旨在探討目前高等教育領域運用學校所蒐集之巨量資料（Big-data）進行大學生之學習分析研究概況。除了領域進展、研究特色與目的、選用資料與方法，以及研究社群之介紹外，作者亦分析目前大學院校進行學習分析之成果。文末作者則綜整文獻列出有意運用學習分析院校導入之建議，期能善用其分析能量，提升大學學習品質。

關鍵詞：巨量資料，教育資料探勘，學習分析

前　　言

在高等教育普及化的今日，維持鼓勵眾多大學生的學習動機與學習毅力（student persistence），讓他們不但能扎實所學，也能陶冶悠游大學中的學術文化，已成為大學教師與校務單位越來越吃重的任務之一（Arnold & Pistilli, 2012）。受到企業界透過巨量資料（Big-data）分析消費者行為的趨勢影響，透過大學手上長期蒐集卻尚未妥善利用的巨量資料，追蹤分析即時的學生樣貌並研擬適當的教學診斷或學習支援方案，成為可供探討的方向。美國教育部教育科學研究所（Institute of Education Science, U.S. Department of Education）所長 John Easton 便提及，運用數據來提升學校效能與學生學習的時代已然來臨（Mandinach & Gummer, 2013）。再者，2013年NMC機構所發佈的高等教育水平線年報（NMC Horizon Report）（Johnson et al., 2013）也連續第二年再度預測學習分析（Learning analytics）將在兩到三年內於歐美國家廣泛運用。其中，大學生學習分析之所以在近年內快速推展，主要得益於兩大助力：

㈠ 大學機構研究對資料分析之需求

在美國，校務研究（Institutional Research, IR, 或譯機構研究）是長期推動大

美國博伊西州立大學數位校園中心教學設計與學習研究分析師
通訊作者：kenzenchen@boisestate.edu

2014/01/22投稿；2014/06/09修訂；2014/06/12接受

學校內以資料分析支持校務發展的主要單位。其彙整年月報、主持系所自我評鑑、校外機構認可、潛在學生市場研究等職能，在科技導入、政策、教學，與經費運作等層面，推動了大學治理對於資料分析的需求與進展（Ferguson, 2012）。例如美國總統Barack Obama便於2013年8月，決定研擬一套能評估教學表現的大學排序系統，作為聯邦政府撥給助學貸款（federal student aid）的標準（O'Brien, 2013）。認證機構也希望透過更嚴謹的審視，確保蔚為主流的遠距學程享有傳統學生相當的學習品質（Dringus, 2012）。社會對大學職能的績效責任（accountability），促使大學機構必須發展與蒐集能測量校務表現的資料與指標。同時，政府、補助單位，與學術認證機構也鼓勵大學型塑以證據為本（evidence-based）的決策與革新機制（Ferguson, 2012）。

然而，過去的校務研究單位人員編制與能量不足，即使學校擁有並定期蒐集、倉儲大量校務資料，校務研究人員並無進行全盤分析的能力。Educause高等教育聯盟便為此加以批判，認為大學僅蒐集資料卻束之高閣，不僅在大學運作上是不負責任的行為（Jones, 2012），學校對於巨量資料的漠不關心，也忽視了學生應該有透過其本身學習資料，了解自身學習問題與提升學習策略的權利與機會（Ali, Asadi, Gašević, Jovanović, & Hatala, 2013）。

㈡線上學程快速推展帶來巨量資料

最近從網路檢索的足跡到手持載具的定位系統服務（location service）與GPS資料的結合，資料追蹤技術（data tracking）已拓展到生活的各個層面。巨量資料的即時蒐集也促成了資訊檢索與探勘技術的溫床（Greller & Drachsler, 2012）。企業界已大量使用分析技術所抽繹的有益資訊，針對用戶的行為模式發展各種客製化的促銷手法與推薦引擎（recommendation engine）（Ferguson, 2012）。例如全球最大的網購平台亞馬遜（Amazon），便透過內部對顧客購物歷史與檢索軌跡的演算法，根據分析買家的購物模式，即時在網頁中載入顧客可能也想一併購買的物品。此時便有研究者開始思考，若能建立有效的演算法分析大量的學生學習資料，大學導師或課務助教是否也可透過電腦系統協助，利用學生過去的學業記錄（如高中成績、申請學校檔案、大一選課記錄與成績、線上平台活動紀錄、家教記錄等），建議該生有效提高成績的讀書方法？或者讓其了解如何根據自己能力水準，從過去十年全校學長姐的畢業後流向，讓該生有跡可尋，找出最有就業競爭力的雙主修或輔系？

長期以來，學生的學習活動是個人私領域的一部分，基於學習歷程不易全盤追蹤的特性，雖然大學的教學評鑑在學習品質提升上扮演積極的角色，但資訊的有限性、低回覆率，以及教師無法及時獲得回饋等問題，使評鑑結果不易轉化為值得信賴的教學建議（Ali et al., 2013）。反而在教學過程中，師徒相習（apprenticeship）所建立的師生深度理解，是教師進行有效教學診斷、教學介入

（instructional intervention），以及自身教學改善的關鍵。不過今日由於數位學習蓬勃發展，即使在虛擬課室，教師失去透過面對面接觸認識學生的機會，但學習管理系統（Learning Management System, LMS）已能有效紀錄遠距學生「成倍數增長」的學習軌跡（MacNeill, 2012, p. 6）。此一進展改變了過往數位學習研究者過於依賴學生自我感知的調查資料、小規模的對照實驗，以及質性個案所帶來的推論限制，提供研究者另一個逼近線上學生真實學習圖像的重大契機（Phillips, Maor, Cumming-Potvin, Roberts, Herrington, Preston, & Moore, 2011）。

本文探討近十年來學習分析領域在大學機構的快速進展，其關心的研究議題、資料數據來源、所含括的研究策略與方法、研究結果與運用，以及晚近分析事例。筆者以Learning Analytics、Academic Analytics、Educational Data Mining等關鍵詞檢索了Ebsco、JSTOR、Scopus、Web of Science等主流學術資料庫之期刊文章，並由其參考文獻延伸至相關研究，輔以檢索scholar.google.com確認其餘未見收錄於主流資料庫之資訊，如研究單位、諮詢機構、學術團體所出版之報告書或研討會文集，共得215篇文獻進行研讀與綜整，理解領域現況、相關問題與發展趨勢。本文直接引述並討論之文獻共有56筆。文末筆者則根據綜合分析所得，提出對大學規劃學習分析方案的建議。

二、高等教育的資料導向分析

根據Google Trend，教育領域中對於學習分析和教育資料探勘的檢索量主要來自美國。圖1顯示，起初來自於商務分析（Business analytics）在大學治理上應用的學術分析（Academic analytics）自2007年獲得注意，而學習分析則在近三年緊追而上，得到ABC頭條新聞報導（Delaney, 2012）（參見圖1），並成為高等教育領域熱門的議題，其發展史甚至不到十年。

學界一般認為，將分析應用在高等教育校務研究上，是受到商務分析與資料探勘（Data mining）在過去二十多年快速成熟的影響（Shum & Ferguson, 2012），去年一年美國大學機構在巨量資料分析投入的研究金額已達千萬美元之譜（New, 2013）。以下便針對大學治理的學術分析、教育資料探勘（Educational data mining），以及植基於這兩者之上，以學生學習活動為關懷核心的學習分析加以說明。

㈠ 大學機構的學術分析

分析（Analytics）在此一新興領域，意指「使用數學與演算方法以較易理解的方式來描述複雜世界」（van Harmelen, 2012, p. 3），並透過建立關鍵表現指標（key performance indicator, KPI），將資料化繁為簡，協助決策者做決定的方法。商務智慧研究（business intelligence）強調資深經理人通常無暇瀏覽細部的客戶資料，故需借重分析師之力抽繹有效決策之輔助資訊。而包羅萬象的網站分析

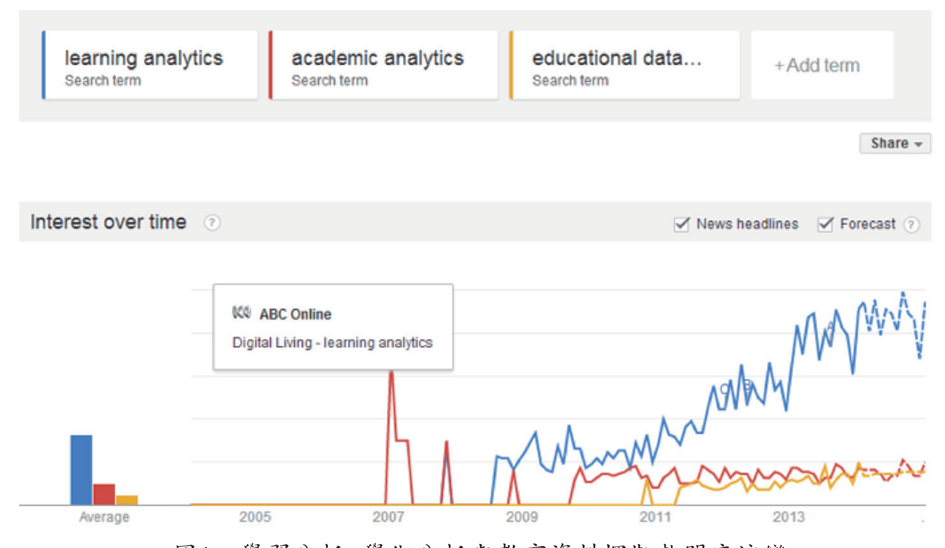


圖1　學習分析、學術分析與教育資料探勘熱門度演變

資料來源：Google Trend檢索畫面，檢索於2014年1月19日

（Web analytics）則早已成功進入大眾的日常生活。分析師從使用者的行為中，獲取各種有益於企業行銷與拓展的資訊。將大學的巨量資料加以檢整分析，提供校務活動決策基礎的應用，被稱為學術分析。Oblinger（2012a, p. 11）闡述其分析意旨正在於「將大學用企業精神來運作」。因此，同樣在網站分析所使用的技術，亦能分析學生或教授資料，提供大學行政人員在決策上的建議（Mattingly, Rice, & Berge, 2012）。

不過，商務分析的主要精神在於獲取決定顧客購買與否的關鍵因素。對於校務研究而言，找到潛在學生是否願意就讀（購買該校所提供的教育財貨與服務）的原因、找出加快學生畢業速度的指標以騰出招生空間（翻桌率），或辨識出對外國投稿者接受率較高的頂級學術期刊，對於校長或董事會決策上確有決定性的影響。也因此，學術分析較不關切教學與學習的問題（Shum & Ferguson, 2012）。英國學者Cooper（2012a, 2012b）在回顧美國的學術研究文獻後，亦認為忽視大學生的學習過程，是學術分析難以獲得洞見的原因，而僅以學術分析結果所做出的教學建議可能是有危險的。

㈡ 教育資料探勘

教育資料探勘是運用統計學上的資料學習演算法來解答教育問題。在不需依賴已知的理論架構或統計模型進行研究設計的前提下，藉由透過多元的統計技術（如決策樹、規則歸納、人工神經網絡、貝式學習過程、機器學習等），淹沒在訊息瀚海的資料特質得以被發掘出來（Ferguson, 2012）。Hung、Hsu和Rice（2012）就認為，Blackboard學習管理系統所蒐集的學習足跡、校務行政單

位的學生註冊與成績資料，以及其他調查資料庫（如教學評鑑），正是教育資料探勘可以大顯身手的地方。也因為調查資料在蒐集時已有先驗假定，亦使用了特定抽樣技術，相較之下，建立在巨量資料無先驗假定與資料普查性特質的研究結果，便可能更有和當前學習理論對話的強度（MacNeill, 2012）。如Abdous、He和Yen（2012）就透過探勘學生在討論版上的討論內容，成功建立學生討論種類與期末成績之間的預測關係。運用教育資料探勘，學習分析將能從多重資料庫中找到決定學業成就、辨識潛在問題、界定教師介入時機、並提供學生學習策略建議的答案（Mattingly et al., 2012）。

㈢高等教育資料分析的可能益處

近三年來，學者分別從機構與運作、教學診斷與介入，以及學生的自我調節學習（self-regulated learning）三個層面，指出大學運用已蒐集資料做學術分析或學習分析對行政主管、教學人員，以及學生的益處有以下至少14個（Dringus, 2012; EDUCAUSE Learning Initiative, 2011; Fournier, Kop, & Sitlia, 2011; Johnson et al., 2013; Jones, 2012; Long & Siemens, 2011; Mandinach & Gummer, 2013; Mattingly et al., 2012; New, 2013; Oblinger, 2013; van Barneveld, Arnold, & Campbell, 2012; van Harmelen & Workman, 2012）：

1. 就機構與運作層面而言

⑴回應公眾與政府對大學績效責任的舉證需求。
⑵評估大學成員（教授、職員、學生）的表現。
⑶朝向以證據為本的行政溝通與決策，創造行政團隊自我學習的組織文化，透過證據刺激革新與行動，提升溝通效率與決策品質。
⑷強化財務運作與資源分配的效率（如動態調整開課需求）。
⑸追蹤校友畢業表現，藉以改善系所教學品質，建構學生從申請、入學、畢業，到成為校友的正向循環與雙贏歷程。
⑹最終協助大學在招生、續讀（retention）、畢業、募款、運作效能各層面上做出正確決策。

2. 就教學診斷與介入層面而言

⑴蒐集學生在學習平台中與教材、同儕互動、討論、作業撰寫等的學習歷程資料，了解學生學習風格。根據學生不同學習背景，提供適合的差異化教學方案。
⑵辨認、預測、診斷，並協助發生學習危機的學生，即時提供學習支援。
⑶提供形成性與總結性評量資料，協助教師在學期進行中即時做出教學改善，不必等到下次開課才將修改付諸實施。
⑷檢視學生學習需求與教師教學活動的契合度（如老師規劃的wiki活動學生是否確實運用），找出可供教學改進的課程環節。

⑸探究學生的學習品質與教學目標的內在聯繫，由分析結果觸發教師的教學反思與自我提升，最終改善學生在校整體的學習經驗與學習成效。

3. 就自我調節學習而言

⑴從學生學習歷程資料，找出帶來學生學習挫折與失敗的成因，辨認能解決學習困難的學習策略，並選擇與調整出最適合學生的學習環境和學習平台。

⑵將個人學習行為與同儕學習行為經由電腦系統分享給學生，刺激學生改善學習策略。

⑶經由理解自我學習的過程，比較同儕的學習風格，分析自我學習策略的優缺點，最後鼓勵學生成為自主獨立學習的成人學習者。

由上述論點，可知支持上述效益的學習者分析架構與系統，將能整體的改變校園文化，並對教師與學生提供量身定做的教學支援。而教學文化與環境的進步，最終將能導引學校體質的改善與促進永續發展。

三、對此一新興領域的質疑聲浪

儘管高等教育資料分析有如上所述的功能，也吸引了大學校務決策人士的目光，但其領域發展仍處於嬰兒期。因此，亦有不少研究者對於概念的混淆、資料所有權的爭議、結果誤用的風險，以及對單一院校進行自我分析的能量有限加以質疑。以下便分點加以說明。

㈠名詞概念的混淆

Cooper（2012c）認為，企業界和學界對於「分析」（analytics）一詞的廣泛運用，目前已造成閱聽人不知其義的困擾。其造成讀者難以確認分析所指稱的定義、內容，和活動的原因在於（p. 3）：

> ……任何想要對[分析一詞]嘗試做仔細界定的人，不管是多麼小心，最後似乎都變成了笨蛋。原因正在於，總是有其他人，帶著不同的觀點、個人動機，或商業利益去刻意強調擴大某個觀點或細微的差別……。

從高等教育領域來看，即使巨量資料的分析在大學的應用還不到十年（Ferguson, 2012），「分析」一詞在概念、範圍、目標上的模糊不清，也早已帶來決策人士溝通上的困擾。Cooper（2012c）進一步解釋，這是因為早期文獻追趕熱門的交叉引用，卻未適度釐清導致的後遺症。過去兩年中，部分學者便試圖將不同的分析活動重新界定與命名。van Barneveld等人（2012, p. 3-4）在整理了相當的文獻後，確認商務分析、學術分析、行動分析（action analytics），與預測分析（predictive analytics）較為機構運作取向。相反的，學習分析則不但為個人取向，且有專注在教與學的特色（見表1）。Long和Siemens（2011）就進一步說

明，學習分析的層面集中在課程、教師、學生，與系所，而學術分析的焦點則是放在行政、贊助者、行銷、公關等層面。Lodge（2011）借用流行病學的概念做出有趣的比喻。他把大學生的中輟、退學、轉學視為高等教育環境中需要好好治療的「疾病」。在這個問題意識之下，只運用學術分析，了解並延長學生留在某校的「預期壽命」，卻不採用學習分析改善其餘命的「品質」，此一作法顯有缺陷。因此Lodge所強調的是，不僅學生的續讀率（retention rate）是重要的，透過學習分析改善學生在校的學習品質方為根本。

Ferguson（2012）亦做出類似的澄清。他認為教育資料探勘的角色旨在處理從巨量資料抽繹有用資訊的技術課題；學術分析主要回應的是大學所面對的政策與財務問題；而學習分析處理的是教師和學生在教與學層面所遇到的挑戰。準此，Dringus（2012）便希望學習分析能從線上學生的完整學習歷程檔案中，透過資訊科技的輔助（如視覺化工具等）發展出獨特的學術貢獻。

表1　高等教育資料分析詞義釐清

名詞	定　義	關注焦點	計畫舉隅
分析	泛指以資料主導的決策研擬制訂過程	所有層級	• M-Reports Dashboard* • Learning and Career Outcomes
商務（學術分析）	以分析資料支持高等教育機構進行運作與財務決策的過程	校務機構層級	• Effectiveness Sources Portal（ESP） • Sponsored Project Excellence Achieved through Redesign（SPEAR）
學習分析	運用分析技術協助教學、課程，與支援體系（如圖書館、輔導中心、助教、教發中心等），達成學生學習目標。	系所/教師/學生層級	• Course Signals* • Check My Activity*
預測分析	運用統計技術，分析巨量資料可供預測與分析當事人（學生、教授，乃至大學有機體）行為模式與預期結果的過程。	所有層級	• Student Success Plan* • Student Readiness Inventory

資料來源：van Barneveld et al., 2012, p. 8，星號者下文有詳細說明

㈡資料所有權的爭議

一般而言，個人資料在民主國家都受到嚴謹的法律保障，此一法律保障也延伸到學生的學籍資料、成績表現等。非經本人或監護人同意或法律明文規定之例外狀況，學校不得將資料外洩給任意第三人。然而，對於學生在使用學校資訊系統所留下的紀錄，不僅學生本人可能並未察覺到這些自動化的資料蒐集行為，再加上這些資料是學生的「產物」或學校資訊系統的「產物」尚有爭議，使得在資料擁有權上尚未得到釐清。以美國而言，部分學校即因此一法律疑義而對於導入資料分析系統採取觀望態度。Oblinger（2012a）表示雖然在資料擁有權上還不清楚，但只要學校不使用可供辨認當事人身份的資料，就應不至觸犯「家庭教育權與與隱私權法」（Family Educational Rights and Privacy Act, FERPA）在個資隱私的規範。較為積極的美國大學，則要求學生在入學申請時閱讀並簽

署同意書，授權校方在不洩漏個資的情況下運用其所產生之資料。Brown（2011）則從歐盟角度，認為創造資料的當事人（學生）應比蒐集資料的當事人（學校）具有更大的所有權，也因此，他認為這些資料不但屬於學生所有，在技術上也應讓學生享有取回（refundable）的權力。除了學校和學生在資料所有權的爭議之外，出版電子教科書的書商也開始蒐集學生的學習歷程資料作為改善產品的依據，其所有權也必須加以釐清。

㈢分析結果誤用的風險

在分析領域中，最有力的說詞莫過於「能付諸行動的洞識（actionable insight）」，用以強調決策者的決定乃是依據分析過的客觀事實。然而對於教育機構而言，這個理想的宣稱是否隱含著可能的危機？ Greller和Drachsler（2012）便點出了在巨量資料分析與模型建立後可能系統性的對學生造成刻板印象和篩選摒除較無潛力學生，使得某些弱勢群體教育機會遭受剝奪的問題。他們認為此一危險在於（p. 54）：

> ……不斷延伸與系統性的蒐集學生資料，對學生個人所帶來的好處恐怕比不上真正的危險。大學機構、公司或政府事實上獲取了操弄控制學生、員工，與公民的有效工具。因此學習分析的使用最後帶來的不見得是建立需求導向的學習型社會，反而是隔離、同儕壓力，以及盲從。

在一般民眾投保醫療、壽險或車險時，保險公司能將投保人的直接間接詳細特質資料（如車主喜愛的車色、婚姻狀態、過去病史等），從顧客的巨型資料庫中比對出投保人的出險機率，進而換算出該人的應繳費率或甚至拒保。信用分數則是另一個以巨量資料化簡為個人償還能力指標的作法。部分銀行尚另行開發出私有演算法則以過濾高風險的貸款人或信用卡申請者，上述確保私人機構獲利的商業模式基本上也廣為社會所接受。但我們延伸思考，一旦大學能有一套資料分析機制，透過學生的過去表現與心理社會特質，配對過去與其特質類似的群體，並精準的預測其未來成為社會上高影響力的優秀校友的機率。則學校是否會將其運用在入學篩選和資源分配上？或者我們應問的是，學校是否能夠抗拒打開潘朵拉盒子的誘惑？ Oblinger（2012a）同意這的確是危機所在，大學需要認識到資料的解讀是多元面向的，且分析工具的使用應以支援個別化的教育與促進學習成功，而非使得教育現場失去人性（dehumanizing）。因此教育人員應推展的方向是學習分析，而非大學的商務分析。

除了分析目的可能偏離外，資訊本身的片段特性也可能帶來分析結果的問題。例如常見的社會網路分析或分析論述資料的學習分析，透過視覺化呈現化繁為簡的說明社交網絡和對話。但只有身在對話情境中的教師或學生自己才能有意義地解釋網絡的演變歷程（Dringus, 2012）。此外，如同快照一般的分析圖

表，雖抓住了資料的瞬間變化，但也可能有見樹不見林的問題（Cooper, 2012a; Dringus, 2012）。其次，在資料量過大的情況下，容易忽略了疏離者的問題。例如在線上討論分析中，不貼文章的使用者不會出現在分析結果中。因此，當運用學習平台的學習足跡，界定學生「缺席」、「沒有進展」、「被動」、「沒表現」等，事實上可能忽略了學生在學習平台之外的學習活動。並不實際進行教學的分析人員，很可能在缺乏教學理解的情況下對學生行為做出錯誤的解讀。

㈣ 各校分析能量有限

最後，各校目前在機構研究單位（IR）所聘用的分析人員，在巨量資料的分析趨勢下，不僅在人數上不足，且分析能力恐怕也有所限制。教育諮詢委員會（Education Advisory Board, 為美國私人基金會）便在其所屬「繼續與線上教育論壇」（Continuing and Online Education Forum, 2013）所發佈的諮詢文件提到，去年一年，跟非結構化資料（unstructured data）相關分析師的職缺（如資料探勘、資料庫、資料擷取、資料轉換等），在製造、網路服務、國家安全、傳銷、醫療資訊等產業大量增加，美國勞工部統計局便估計未來兩年的資料分析領域人才需求將達到440萬人（New, 2013）。相對而言，教育領域的分析師需求則起步較晚。2012年在加州柏克萊大學的一場教育服務研討會中，學者Kay及van Harmelen（2012）便指出大學校院緩慢成長的分析能力根本遠遠追趕不上成指數飛快膨脹的資料量（見圖2）。以各校目前都普遍建置的學習平台為例，運用學習平台教學的教授，少有人能真的運用系統每天所蒐集學生資料來評估學生的進度，找出學習困難與何處需要協助（Dringus, 2012）。再加上平台本身在

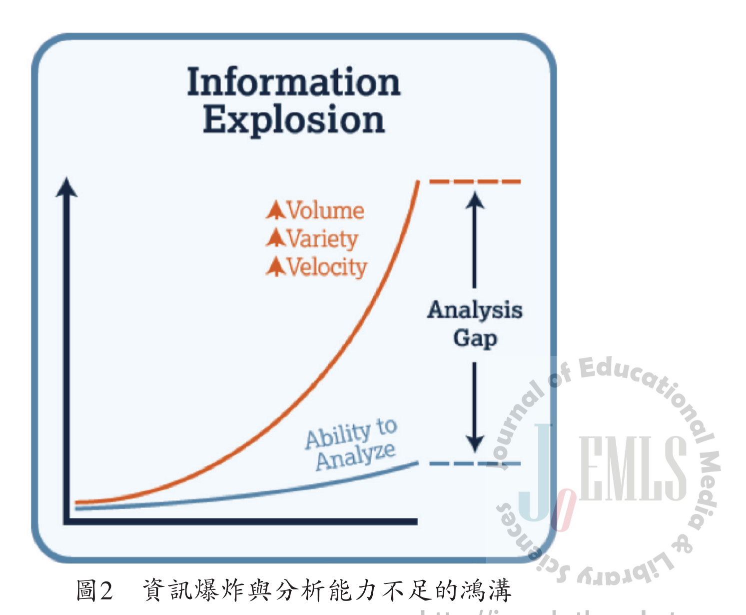


圖2　資訊爆炸與分析能力不足的鴻溝

資料來源：Kay & van Harmelen, 2012

資料處理上不盡貼近教學現場的資料定義，在教師或行政人員未具備分析技能的情況下，小則浪費從巨量資料中得到有益資訊的機會，大則可能因對資料的誤解帶來行政運作的誤判（Oblinger, 2012b）。

四、學習分析研究

英國公開大學（Open University, U.K.）知識媒體研究所（Ferguson, 2012）的文獻評論認為，學習分析從學術分析中獨立不久，但很快就取得以分析學習活動為焦點的學術特色。學習分析研究學會（Society of Learning Analytics Research, SOLAR）在2011年的成立則標誌著研究社群的匯集。其餘較為宣傳性的文件（如EDUCAUSE Learning Initiative, 2011; Johnson, Smith, Willis, Levine, & Haywood, 2011; Siemens & Gasevic, 2012）也同意其運用資料探勘技術側重教學層面改進的旨趣。以下便從目前較為知名的實例加以介紹，並討論學習分析的研究目標與範圍、熱門主題、資料架構、分析方法與技術、第三方服務提供者，以及研究社群。

㈠實例探討

目前，相當多歐美的研究型大學已投資在學習分析的研究與報告產出工具上。可見的成功案例如協助大學導師追蹤學生學習進度、在學期初辨識可能需要幫助的學生、並能即時對教授提出教學改善建議而非等到期末評鑑（Brown, 2011）等等。以下便摘述目前之成功案例。

1. 普渡大學（Purdue University）Course Signal

課程紅綠燈（Course Signal, http://www.itap.purdue.edu/learning/tools/signals/）是普渡大學首屈一指的學習分析研究案，其目的在引起高等教育對於學生成功學習的公眾關切。課程紅綠燈的系統設計，能協助開課教授早期注意到學習狀況落後的學生，並提供必要的幫助（Arnold, 2010; Arnold & Pistilli, 2012; Pistilli & Arnold, 2010）。為了辨識出有潛在學習困難的學生，研究團隊以學生的過去成績、努力程度、目前表現，與入學標準測驗成績，開發了能預測學生期末成績的演算法，藉以標定修課學生的危險指數（risk factor），並將運算結果以紅、黃、綠燈的圖示，標記在學習平台的學生個人網頁和教師授課網頁（Mattingly et al., 2012）（見圖3）。藉由學生在各週所顯示的燈號，老師可早期介入學習困難，學生也可獲得系統提醒，知道自己需採取行動以免成績不及格。

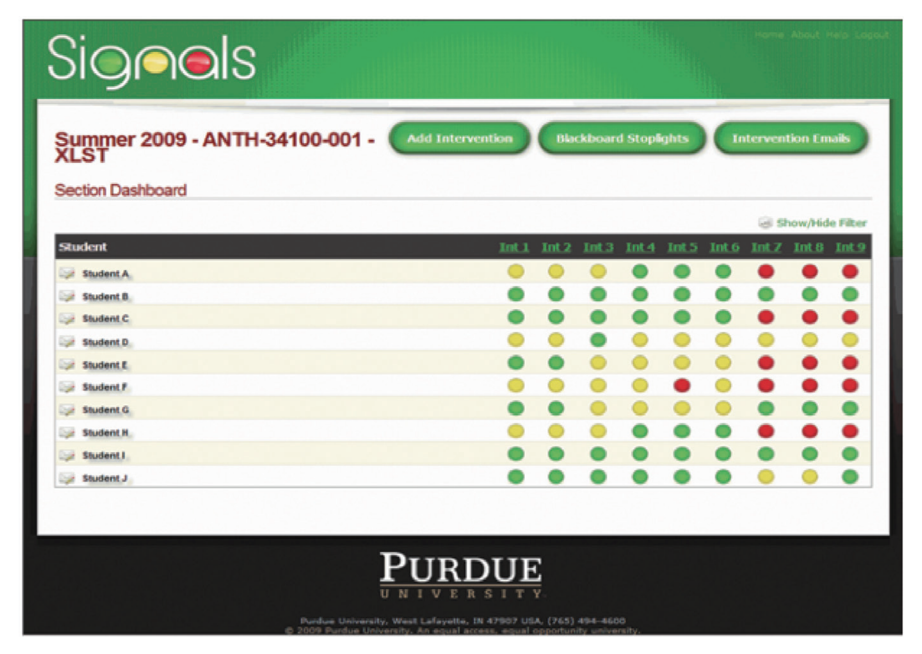


圖3　Course Signal以紅綠燈作為早期警示設計

資料來源：Arnold, 2010

在2007~2009年之間，普渡大學對採用紅綠燈系統的課程做了追蹤研究。研究顯示，學生中途退選與被當的比例低於未使用紅綠燈的班級，亦提升了紅綠燈班級的平均成績。此一研究證明了即時的教學介入能促進學生學習的效果。MacNeill（2012）讚揚課程紅綠燈是一個將管理報告系統（management reporting system）活用到高等教育的範例。目前，執行該研究的團隊已經技術商轉為一間命名為SunGuard Course Signals（www.sungardhe.com）的諮詢公司，專門替大學設計客製化的學習分析工具（van Harmelen & Workman, 2012）。

2. Sinclair社區學院Student Success Plan（SSP）

經由美國聯邦教育部與Bill & Melinda Gates基金會共同贊助，Sinclair社區學院所研發出一套開放原始碼的學生個案管理平台，命名為「學生成功計畫」（http://www.studentsuccessplan.org/）。學生成功計畫旨在透過將學生個人的學習歷程揭露給學生本人與大學導師，讓雙方能更有效率的規劃在社區學院兩年的學習（Shamah & Ohlsen, 2013）。根據其跨六州的總和成效研究，在2005~2011年間，使用到SSP的學生，其順利畢業的機率為不使用者的六倍；2010年秋季到2011年冬季班的資料亦顯示，使用SSP的學生修課通過率比不使用的學生亦高出37%。而其開放原始碼的設計構想（可於該網站公開下載），則讓想導入學習分析的大學避免了受商業版權軟體限制功能與修改權限（vendor lock-in）的潛在支付成本。

3. 澳洲Curtin大學iPortfolio

Curtin大學的iPortfolio（https://iportfolio.curtin.edu.au/）旨在協助學生從入學開始建立個人歷程檔案與履歷，藉以推昇學生畢業時的就業能力（Oliver & Whelan, 2011）。除了類似Linkedin網站的履歷建置頁面外，iPortfolio也蒐集學生修課的學習歷程及其所製作的專題、報告、測驗成績、作品等各方面表現。iPortfolio設計了一個同儕互評機制，讓學生了解自己在各項表現的相對位置，而系統加權的能力指標雷達圖，則有效的告知學生其優勢和需要加強的能力為何。這些學習分析結果，使教授和學生能更有效的共同規劃學習與就業路徑。此外，該校的線上MBA則採用社會網絡分析（Social Networks Adapting Pedagogical Practice, SNAPP）軟體，讓教授更方便追蹤並輔導商學院學生維繫並拓展人脈（Ladyshewsky & Lim, 2013）。

4. Rio Salado學院Predictive Analytics

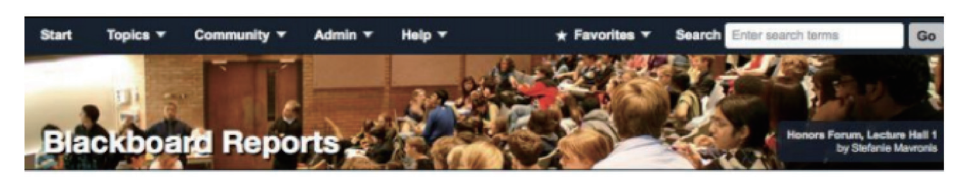
Rio Salado學院的學習分析系統名為「進度與課程評量」（Progress and Course Evaluation, PACE），其重心在於由已知資料預測學生的學習表現，並早期抓出需要協助的學生（Jones, 2012）。Smith、Lange與Huston（2012）三人將學生的入學背景資料與在校的學習活動資料整合，透過簡單貝式分類建模（Naive Bayes Classification Model），以機器學習方式建立三個層級的學生警示模型。Rio Salado運用此統計模型能在開學第八天時，經由所蒐集之背景與學習活動資料，標定出70%必定會通過所選課程的學生，然後將學習輔助資源投入在另外30%需要大量協助（High-touch）的學生。其預測分析系統後來成為美國西部大學校院協進會教育科技組（WICHE Cooperative for Educational Technologies, WCET）跨校研究聯盟Predictive Analytics Reporting（PAR）的研究工具之一。

5. 馬里蘭大學（University of Maryland）Check My Activity系統

馬里蘭大學Baltimore分校的學習自我檢測系統（Check My Activity）證明了，提供學生個人的學習資料，與同儕的平均學習表現，可有效改變學生的學習行為（見圖4）。其檢測系統讓學生能即時追蹤自己的修課表現，並也獲得同班同學的平均表現作為參照（Long & Siemens, 2011）。由於學生積極的使用該系統，大量的檢索運算曾導致學習平台當機，因此該校後來將Check My Activity的檢索轉導至每日備份的學習平台，讓學生可查詢昨天以前的自我和班級學習表現，了解自己在學習投入上和同儕的差距（Mattingly et al., 2012）。

6. 密西根大學（University of Michigan）E^2Coach

密西根大學的數位教練計畫（E^2Coach，http://sitemaker.umich.edu/ecoach/）是公衛學院針對數理與科技主修學生所設計的一套學習習慣建議系統。經由學生學習活動的分析歸類，該系統能從所蒐集的成功學生資料中，自動回饋適合該學生的學習策略；此外，系統也能透過學習特質的媒合，建議出適合該生的



Check My Activity

- Hits are in no way representative of the grade you will earn.
- Attempting to game the system will not result in a higher course grade.
- This tool is for personal use only.
- Tip: Improving Your Engagement In a Class

Blackboard Course	Hits		Sessions		Grade Report
	You	Average	You	Average	
CMPE 321	9	221	3	39	Yes
CRAB 101	1	35	1	7	Yes
deb	2	103	1	8	Yes
LLC 600	6	13	2	2	No
LLC 644	438	295	60	43	No
LLC 645	82	66	8	6	No
SCI 100Y	29	125	2	21	Yes

Definitions

- **Hits** - Every time you view a file, post to a discussion, or read an announcement, that is considered a hit.
- **Sessions** - Every time you log in to a Blackboard course, that is considered a new session.
- **Grade Distribution Report** - If your instructor uses the Bb gradebook, this report will show how your own activity compares with those who earned the same, higher or lower grade on any assignment.
- More info...

圖4　Check My Activity學生個人學習表現與班級平均頁面

資料來源：Evehart, Fritz, & Ice, 2011, p.11

課後教學助理，以及建議該生選擇未來畢業率較高的主修學系（Mattingly et al., 2012）。此外，數位教練的獨到之處在於結合自然語言產生器，將個別學習分析結果轉化為可閱讀的個別指導建議（見圖5）。學生可從中獲得分析結果。例如，以某生過去的學習表現，以及其所想要得到的期末成績為B，系統會建議她每週至少花12小時學習該科才能獲得理想成績。此外，分析結果也說明該科在選擇工程科系為主修的重要性，讓學生了解自身能力與興趣的適配程度。

除了主要實例之外，邇近開始風行的大眾開放線上課程（Massively Open Online Courses, MOOCs）也跟學習分析有關（New, 2013），其中一個研究議題即為蒐集來自全世界上億的巨大學習樣本，經由統計學習，設計出能針對個別學習者提供輔助方案的適性學習系統。讀者亦可參閱Johnson等人（2013, p. 25-27）的報導，了解更多大學應用學習分析提升學生學習品質的作法。

㈡研究目標與範圍

經由上述實例探討，可以理解到學習分析的旨趣在於提供教師與學生所需的學習診斷與處方資訊，而其結果的運用，目的在於（Verbert, Manouselis, Drachsler, & Duval, 2012, p. 138）：

1.預測學習表現與理解學習特質：經由對未知意義的資料探勘，找出影響學習成效的因素，除了教師能有效運用資訊指導學生之外，其分析結果亦可並用以規劃智慧型助教系統與選課建議系統。

2.建議個別化學習策略與資源：經由學習分析，替學生配對適合的學習方法，媒合恰當的學習資源，建議適合的共學同儕、規劃適合的升學路徑等。



圖5　由學習分析結果和語言產生器所提供的學生學習策略建議

資料來源：McKay, n.d.

3.增加學習歷程自我覺察與反思：學習歷程的透明化，有助於學生的自我理解，經由反思改變學生的學習行為，成為能對自己負責的成人學習者。

4.強化學習的社會環境層面：透過社會互動的視覺呈現，理解社群對學生學習帶來的影響。

5.診斷導致學習困難的學習行為：辨識導致學習失敗的問題行為（如抄襲、學習孤立、缺乏目標等）並研究其發生原因與改善策略。

6. 測量學習的情意層面：經由學生的學習足跡，檢測學習心態如困惑、投入、厭倦等情意構念，並辨識出加強學習投入的有效教學策略。

㈢熱門研究主題

由上述六大目標可知，學習分析的研究關懷並非只有找出陷入學習危機的學生而已（van Harmelen & Workman, 2012）。在學習分析研究學會成立後所舉辦的2011、2012、2013、2014四次年會所發表的文章，可看到學習分析領域目前有五大研究主題：

1.機構文化與政策：大學治理層級對學習分析的使用、建立分析能量的策略、校院表現指標、巨量資料管理、政策架構、招生與行銷策略、學生續讀等議題。

2.理論分析：教育資料探勘、學習分析願景、哲學與研究倫理的省思等議題。

3.教學與學習：學習社群、反思式學習、自我調節學習、形成性評量課室專注、適性教學介入等議題。

4.研究方法：預測建模、社會學習分析、變項定義與建構、因果模式探

討、討論區文本分析、危險係數分析、論述分析、情意分析、學習物件與教材分析等議題。

5.結果報導與視覺呈現：適性推薦系統、視覺化分析、電腦化學業輔導等議題。

㈣資料架構

Hung等人（2012）指出，過去在學習者研究上相當依賴失真且非即時的學生自陳量表，往往與學生真實的學習行為並不一致，因此需要整全的資料蒐集架構方能精準的了解學生的學習歷程。他們進一步強調，在巨量資料突破了資料蒐集的限制後，學生的背景、表現、學習參與，與學習知覺變項都值得納入分析。其他研究者亦提出應納入學習分析的資料如下（Ellis, 2013; Hung et al., 2012; Lodge, 2011; Olmos & Corrin, 2011; Shamah & Ohlsen, 2013）：

1. 學生資訊系統：背景資料

事實上，大學校務系統早已長期由各單位蒐集業務所需的學生資料，只是各單位間未必將資料加以統合分析。學習分析會用到的學生背景資料通常有：

⑴基本變項：學號、性別、生日、住址、就學身份別、族群、系級、國籍、休復學狀態、是否為家族第一位大學生等。

⑵課程變項：修課歷史、學分數、成績、退選紀錄等。

⑶財務變項：就學貸款、校內工讀、急難救助、助學金、獎學金等。

⑷校園活動：新生活動、社團、諮商紀錄、電算中心使用紀錄、圖書館借閱紀錄、電子書期刊下載紀錄、服務學習紀錄等。

2. 學習管理系統：學習歷程資料

學習管理系統（LMS）紀錄學生的學習活動與投入狀況。對於遠距學生而言，其所有學習活動都紀錄在學習管理系統，故對於遠距學生的學習分析便特別有價值。可供使用的學習歷程資料有：

⑴使用紀錄：上線次數與時間、頁面閱讀頻率、更新次數、刪除、編輯、檢索、寄送、接受、註記、下載、尋求協助等。

⑵學習軌跡：使用者在課程網站移動的順序與軌跡、熱門的頁面與活動。

⑶教材與活動：課程大綱關鍵字閱讀率、評量結果、特定教學方法的成效等。

⑷互動資料：討論區、日誌、同儕評量、聊天紀錄等。

3. 教學評鑑系統：自陳調查資料

匿名自陳調查在學習分析中依然提供學生學習的重要視角。可供整合的資料來源有學生的入學或申請問卷、畢業生追蹤問卷、教學評鑑等。問卷中可加入學習認知與情意變項（如學習風格、學習動機、自我管理、依賴性、歸屬感、學習承諾等），作為與學習歷程資料交叉分析之依據（Rutschow, Cullinan, & Welbeck, 2012; Shamah & Ohlsen, 2013）。

4. 學籍成績系統：學習表現資料

除了學生各科的期末成績外，Ellis（2013）認為更細緻的成績資料建檔，能將教師對學生長期觀察所建立的專業判斷，應用到學習分析中。因此他認為周延的學習表現資料應該包含以下：

⑴ 學業史：入學考試成績、高中所修學分、高中成績、抵免學分、先修學分、出缺席資料。

⑵ 入學前表現：證照、先前學歷、獲獎紀錄等。

⑶ 個人歷程檔案：學生製作的歷程檔案履歷（如Digication或Linkedin）。

⑷ 評量資料：期末與年末成績、班級排名、個別考試與作業成績。

⑸ 表現指標：待業時間、第一份工作就業時間長短、平均薪資等。

5. 校務機構系統：支援體系資料

除了以上四類資料外，校務機構系統的機構資料，能讓學習分析研究者了解到學校對於學生所提供的學習支援為何。可供應用的資料包括：

⑴ 機構要素：校院背景、屬性（公私立營利非營利）、入學政策（篩選或開放）、機構類別（教學型研究型）等。

⑵ 開課資訊：基本資料、選課人數、授課教師類別（專兼任）、學分數、擋修、授課方式（在校、線上）等。

⑶ 教師資料：教師屬性、教師出席率等。

⑷ 其他：教師專業發展機會、新生輔導、教學設計支援等。

學習分析所使用的以上巨量資料，將比過去更能了解學生學習行為及其困難。不過研究者仍須持續不斷探討開發納入新資料的可能性，因為即使有目前這些資料，依然只掌握了學生學習歷程的一小部分而已（EDUCAUSE Learning Initiative, 2011）。

㈤ 分析方法與技術

網站分析工具的興起，雖然讓識者見到分析巨量資料的可觀應用，不過僅分析學生使用滑鼠點選的使用行為難以得到深入結果（Phillips et al., 2011）。例如可從使用頻率判斷學生在該課的學習是否越來越疏離，但還需要其他線索來解釋讓學生疏離的原因。因此，學習分析的研究人員便致力於開發更為細緻的分析策略，例如將討論區的文章分為「首貼」與「回貼」，以分析對話網絡的互動情形，或者根據教師貼出公告或新內容，從使用者的點選紀錄中分析學生接受新資訊的速度，提供老師保持與學生接觸頻率的建議（Dyckhoff, Zielke, Bültmann, Chatti, & Schroeder, 2012）。除將使用者行為的分析做量的細緻分類外，Shum和Ferguson（2012）則提到部分研究者引進社會分析和文本取向的研究方法，或者從較為成熟的電腦中介溝通（computer mediated communication, CMC）理論找研究架構，從質的互動層面去追蹤影響大學生學習成功的因素。數位內

容分析（digital content analysis）、社會網絡分析（social network analysis）、自然語言處理（natural language processing）、預測建模（predictive modeling）則為幾個學習分析使用的研究方法，分述如下：

1. 數位內容分析

數位內容分析旨在系統性的處理網路環境中作為溝通本體的文字，傳統作法是襲用一般的內容分析法將溝通內容歸類到事先建立的類目中，並解讀其意義（Kim & Lee, 2012）。而晚近則有一些新的工具，如標籤雲（tag cloud或text cloud）是將文字出現頻率與密度視覺化的常見工具，研究者與教師不必閱讀每一篇討論，就可從化繁為簡的標籤雲圖片找出學生重視或忽略的概念，並即時引導學生的學習方向。不過，學生在對話中的互動則要靠社會網絡分析來解謎。

2. 社會網絡分析

事實上，社會網絡研究在數位時代之前已有很多成熟理論，如結構洞（structural holes）、交易成本（transaction costs）、認知一致性（cognitive consistency）、社會訊息處理論（social information processing）、社會變遷理論（social change theory），與社會認同（social identity）等。社會網絡分析接受社會建構論者所強調，學習是個體參與社會互動所帶來的結果，關注的是使用者線上的互動關係及創造網絡行動者（actor）所扮演的角色（Ferguson, 2012）。社會網絡研究者主要關心誰是網絡中具有影響力的人？誰控制了資訊的流動？誰是小團體（如圖6紅方框）？誰是核心？誰遭到疏遠（如圖6紅箭頭所指）？（Cooper, 2012a）這些問題同樣也是學習分析者所關切，並也研發出數種將互動過程視覺化的分析工具（Kim & Lee, 2012）。SNAPP（Social Networks Adapting Pedagogical Practice, http://www.snappvis.org/）則是另一個開放由公眾使用的社會網絡分析工具。研究者可用以分析主要學習平台（如Blackboard）討論版上學生互動的狀態，其社會網絡圖有效的協助教師抓住學生的互動狀態，並做出有效的教學介入。

3. 自然語言處理

在線上討論區的研究中，自然語言處理是常用的文本探勘方法。經由將單位文字或資料物件視為一個一個的向量，便可計算向量之間的接近程度與聯繫（Ting, Hong, & Wang, 2011）。進一步將建立的向量空間模型，運用統計的叢集分析（cluster analysis），研究者便能建立關鍵概念之間的關係，或抽繹學生作業的主題概念。例如，Petrushyna、Kravcik與Klamma（2011）的研究就使用了LingPipe（alias-i.com/lingpipe）和LIWC（www.liwc.net）兩種工具，來分析終身學習社群中討論群組的文章和其學習步調的發展。不過Xu和Li（2013）認為自然語言處理的電腦運算要求較高，若要拿來分析巨量資料，恐怕要相當大量的研究資源與人力。

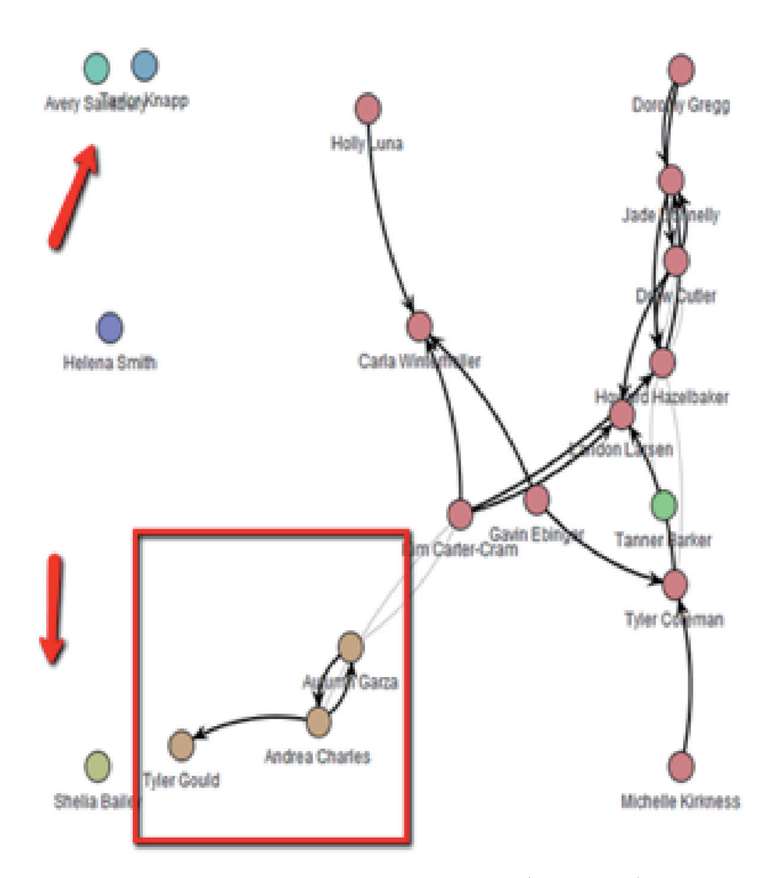


圖6 運用SNAPP工具繪圖出討論區學生互動情形

資料來源：作者以SNAPP工具所繪

4. 預測建模

學習分析關注當下的學生學習狀況與可能改善學習的建議。而預測分析可視為建立在學習分析結果上，為機構與決策者服務的趨勢預測活動（van Barneveld et al., 2012）。研究者可應用各類統計方法如時間序列分析（time-series analysis）或存活分析（survival analysis）來預估下一年度學生的申請人數或退學人數，或者減少不必要的大一微積分開班數，或找出具有高變異解釋量的因素（如課業負擔、學生財務負擔、城鄉區位、社經背景等）作為校務行政或系所主管進行政策決定的參考。如前述Rio Salado的研究便是以抓住幾個關鍵因素來預測可能有學習危機的學生，並遥以改善影響因素而提升學生續讀率（Smith, Lange, & Huston, 2012）。又如，圖書館可透過使用紀錄，建立借閱流量的預測模型，把未來的熱門書籍可從書庫預先取出放在大廳推薦書區，或者運用學生向館員諮詢問題的服務記錄，找出開設寫作引註工作坊、學術誠信與抄襲工作坊，或者圖書館利用講習的適合時間（Becker, 2013）。而學生的借閱活動亦為整體學習活動的一環，有放入學習分析中的價值。

㈥ 第三方服務提供者

除了研究人員外，學習平台供應商、資料分析軟體商，與教育服務諮詢機構都見到未來在學習分析領域可觀的市場規模，故亦開始開發並提供程度不等的學習分析套件。以下便說明其所提供的分析服務內容。

1. Blackboard Analytics for Learn

做為目前全球市佔率最高的Blackboard學習平台是最積極想將其平台服務，和大學校務系統進行整合並提供分析功能的系統服務商。其於2012年公開了Analytics for Learn套件（http://www.blackboard.com/Platforms/Analytics/Products/Blackboard-Analytics-for-Learn.aspx），讓已購買學習平台的學校，能選購其學術管理、學習管理、獎學金管理、學校財務管理、學生管理，與人事管理模組（van Harmelen & Workman, 2012）。其中學習管理模組，提供教師、學生，以及教務學務行政人員所需的儀表版（dashboard）。其中學生能了解自己每週修課表現的投入程度與成績變化，並能與班平均、系平均做比較（如圖7）。而教師或導師儀表版則提供進階分析功能，如需要注意的學生和教材內容的熱點圖（heatmap），教師在修訂課程內容時，便可根據學生閱讀篇章頻率和小考成績的關係，調整增刪教材或活動（如圖8）。

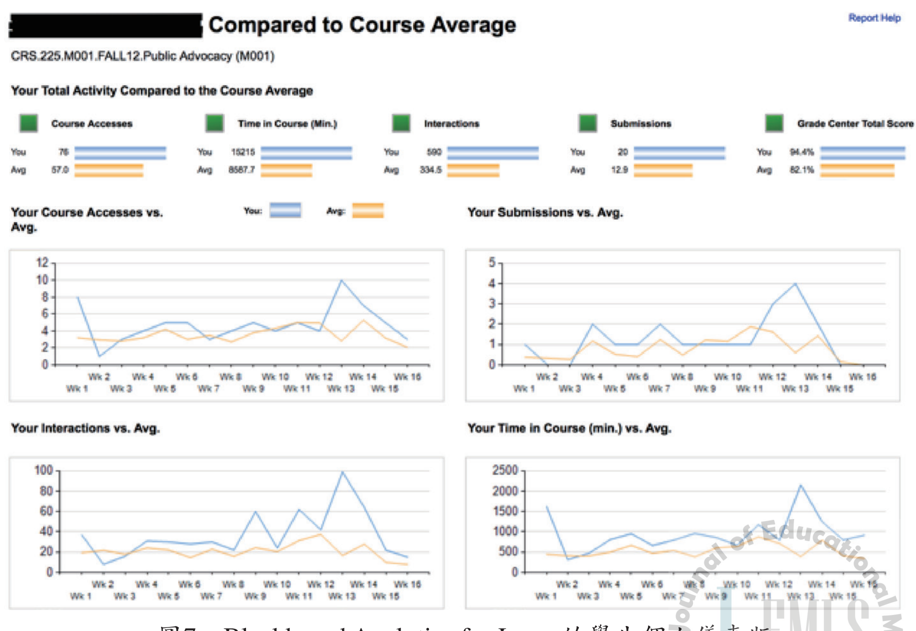


圖7　Blackboard Analytics for Learn的學生個人儀表版

資料來源：Syracuse University, 2013

2. Desire2Learn Insights

Desire2Learn是另一個規模較小的學習平台，其Insights™ 模組（http://www.

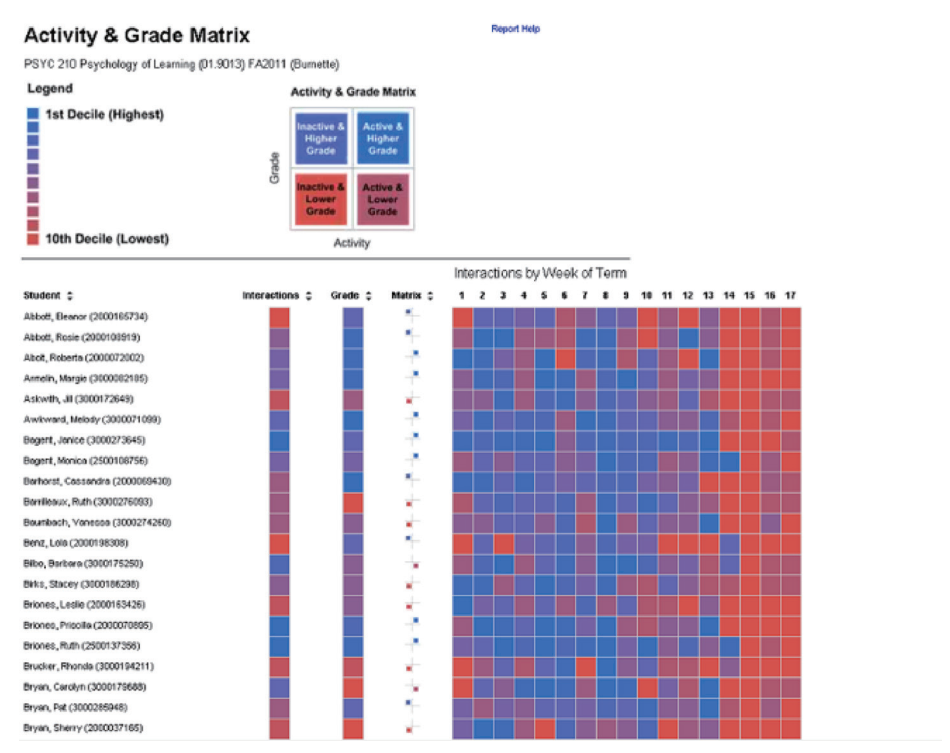


圖8　Blackboard Analytics for Learn的教材內容熱點圖

資料來源：同圖7

desire2learn.com/products/insights/）亦提供即時的個別學習報告（van Harmelen & Workman, 2012）。其優點在於將學生的學習活動摘要為學習準備度、參與度、完成比例，與社會學習等能圖表化的指標，使學生能快速掌握應如何調整學習不足的部分。此外Insights模組還分析學生目前的學習狀態，提供「預估期末成績」給學生本人和授課教師，教師工具部分亦有教材與學習評量的分析，讓教師能比較學習內容與評量的適合程度（Langmead, 2013）。

3. SPSS決策管理模組

自從IBM併購了SPSS之後，其社會科學統計套裝軟體便轉向商務應用。IBM近年研發了SPSS軟體為核心，運用網頁介面為主的決策管理軟體，其中的學生續讀模組（IBM SPSS Decision Management for Student Retention）便是替大學校院機構所設計，目的在運用大學所蒐集的學生背景資料，分析導致學生退轉學的因素與加強學生留校完成學業的意願。較為可惜的是學習歷程資料尚未列入該模組的分析範圍。

4. 學生成功合作計畫

2013年，EAB亦雇用了一群統計分析師與教育領域的博士研究員，開始提供名為「學生成功合作計畫」（Student Success Collaborate）的校際咨詢服務。該

服務著眼於大部分大學校院即使購買上述的電腦分析系統，亦未必能解讀或利用已分析完畢的資訊。因此透過咨詢服務，提供大學將分析業務外包的選擇。其運作模式為，EAB派送校務咨商專家到校與決策單位當面對談，採取個案服務的方式，了解學校需求、帶回學校資料、進行分析，並提供研究報告與結果，和學校做高峰會談共擬方案並付諸實施。此外，委員會的專家亦辦理研討會交流各校作法，並彙整校際的共同指標供各校做為決策參考。

㈦研究團體與學術學會

業界所提出的解決方案多少補足了大學雖有學習分析需求，而短期內分析能量仍有不足的缺口；同時業界的資金投入也促進領域的快速發展（Brown, 2011）。不過，雖然大學能從上述的商務解決方案加以選擇，不必從頭研發，但這些商務產品事實上並不如其所宣稱的神通廣大。Dringus（2012, p. 92）直言Blackboard Analytics for Learn是「介面漂亮」卻提供少許資訊的產品。MacNeill（2012）就強調，目前並沒有產品能真的像廣告所言，點一點滑鼠，就能變魔術一樣得到漂亮的結果。Cooper（2012a）也提醒，坊間這些號稱學習分析的軟體，可能只能提供比網站分析稍多一點的基礎資訊。也因此，注意學習分析的研究社群與非營利組織便自行成立團體，希望能透過跨國跨校合作，加速分析方法的進展。目前主要的研究團體有學習分析研究學會（Society of Learning Analytics Research, SOLAR, http://www.solaresearch.org/）與預測分析報表計畫（Predictive Analytics Reporting (PAR) Framework, http://wcet.wiche.edu/advance/par-framework）。分述如下：

1. SOLAR

學習分析研究學會成立於2011年，宗旨在匯集對大學學習和教學分析領域有興趣的研究人員、培育年輕研究者、辦理年會和發行刊物，並成為國際與科際的學者社群。其發起成員來自Stanford大學、New England大學、Texas大學Arlington分校、加拿大Athabasca大學、加拿大Saskatchewan大學、加拿大英屬哥倫比亞大學、澳洲Queensland大學，以及英國公開大學等。在過去三年時間裡，SOLAR對於研究領域、定義、議題等進行了廣泛討論，並將出版*學習分析季刊*（*Journal of Learning Analytics*）。SOLAR每年亦舉辦資料分析比賽，鼓勵研究人員或學生下載其比賽的巨量資料，並鼓勵具有創意的資料分析方法。

2. PAR Framework

Predictive Analytics Reporting Framework是美西州際高等教育協會（Western Interstate Commission for Higher Education）教育科技組（WICHE Cooperative for Educational Technologies）的合作研究計畫，其主要特色在於建立資料標準之後，蒐集伙伴學校的學生匿名資料作跨校分析（federated and de-identified data）。這個合作計畫旨在解決各校自訂資料定義，雖能準確處理校內需要，卻導致難

以跨校比較，也難以建立全國常模的問題。PAR目前側重的研究問題有三：

⑴ 有哪些因素可能影響學生的續讀與畢業？

⑵ 這些因素之間彼此對影響學生畢業的層面與差別為何？

⑶ 能否由跨校資料，界定出對學生續讀與畢業有預測力的背景、教學、或機構變項？

準此，PAR亦設定四大研究目標為：

⑴ 鑑別出影響學生學習進步的變項，並測量其影響的程度。

⑵ 建立遠距學生的基本特質常模，協助校院研擬積極招生與輔導方案。

⑶ 分析是否學生續讀、升級，與畢業的定義有因校院類別不同的差異（研究型、教學型、社區學院等）。

⑷ 分析找出學習危機學生所使用特定統計與研究方法之優缺點。

目前，PAR已經初步公佈了稱之為學生成功矩陣（Student Success Matrix, SSM），以及伙伴學校在資料填報所應遵循的變項編碼簿（https://community.datacookbook.com/public/institutions/par），做為其研究的理論架構。在架構中，研究者視入學到畢業是一個橫軸的學生生命週期（life cycle），而縱軸則是影響學生生命週期品質的變項，如學習者特質、學習行為、整合性的學業輔導、教師特質等。圖9是伊利諾大學春田分校（University of Illinois, Springfield）應用SSM的資料架構範例，若線上教學負責人擬對縱軸中學業整合（academic

PREDICTORS *italics* = research literature regular = partner experience **bold** = POC findings	**CONNECTION** application to enrollment (advising to enrollment)	**ENTRY** completion of gatekeeper courses (beginning of class)	**PROGRESS** entry into program to 75% of requirements complete (middle of class)	**COMPLETION** of course of study & credential w/ market value (end of class)
learner characteristics *prior GPA(1)* *self-motivation(2) . . .* *attitudes towards tech (10)* *content knowledge & skills (11)* **being net new/no prior college** **Need Dev-Ed/Take DevEd** **#prior courses with C or better**	New Student Orientation (UIS)	Services for students with disabilities (UIS) → Technology Helpdesk (UIS) → Tutoring (UIS) → Referrals to Counseling (UIS) →	Services for students with disabilities (UIS) → Technology Helpdesk (UIS) Tutoring (UIS) Referrals to Counseling (UIS)	Services for students with disabilities (UIS)
learner behaviors *easy access to a computer (13)* *participation in tutorials (14) . . .* **too many concurrent courses**		Tutoring (UIS) → Referrals to Counseling (UIS) →	Tutoring (UIS) Referrals to Counseling (UIS)	
academic integration *participation in tutorials (14)* *peer mentoring (17)* *student learning communities (20)* *orientation programs (21)* *freshman interest groups (22)* *program coordinators (24)*	Online program coordinators (UIS) →	Online program coordinators (UIS) → Writing center (UIS) → Social media groups (UIS) → Honors Program (UIS) → **Work study (UIS)** →	Online program coordinators (UIS) → Writing center (, UIS) Social media groups (UIS) Honors Program (UIS) **Work study (UIS)**	Online program coordinators (UIS)
social/psychological integration . . .	Online program coordinators (UIS) →	Online program coordinators (UIS) →	Online program coordinators (UIS) →	Online program coordinators (UIS)
other learner support . . .	**Financial Aid (UIS)** →	**Financial Aid (UIS)** →	**Financial Aid (UIS)**	
course/program characteristics . . .		**QM reviews for some classes (UIS)** →	**QM reviews for some classes (UIS)**	
instructor characteristics/ behaviors *perceived social presence (15)* *perceived interactivity (16) . . .*		**Community of Practice for E-Learning (UIS)** → **Center for Online Learning Research & Service Fellows (UIS)** →	**Community of Practice for E-Learning (UIS)** **Center for Online Learning Research & Service Fellows (UIS)**	

general focus – institution wide　targeted focus – targets particular groups of students or programs

圖9　SSM研究架構，以伊利諾大學春田分校為例

資料來源：Swan, Shea, Sloan, & Daston, 2013

integration）對學生的學習成效進行追蹤，則從招生時學生與負責人建立聯繫過程；進入該校第一學期時，學生在諸如寫作中心、社群媒體、榮譽學程、工讀計畫的活動檔案；到學生學習期間的家教、咨商轉介等支持體系對學生所做的輔助，都應進入資料系統，分析其對學生在學業整合能力上所帶來的影響。可見PAR Framework擬透過巨量資料整合，建立整合性預測模式的野心。

目前，PAR已獲致數個有趣的研究結論（Swan et al., 2013），如：美國私立學校的學生個人特質、教師教學行為，與學業輔導系統比公立學校學生更能預測學習成功，反而公立學校的系所差別比私立學校更能解釋學生的學習成功。對於遠距學生而言，學生個人的學習特質和學習行為比傳統在校學生更決定其學習成效。而出乎意料之外的，公立大學對學生所提供的就業輔導協助，其對學生學習成效的影響是私立大學的兩倍有餘。其較為嚴謹的研究結果，已開始引起高等教育學界的注意。

五、對高等教育機構學習分析擘畫之建議

van Harmelen與Workman（2012）統整各先鋒大學的實施經驗之後，建議在學校初次引進學習分析時，最好能借鏡前例，以免重蹈覆轍。對於擬引進學習分析的校院而言，MacNeill（2012, p. 4）的研究指出，願意將此一項目視為學校的長期投資而非開銷，較能獲致分析計畫的成功與學校文化的改變（Oblinger, 2012b, p. 98）。亦如Ferguson（2012）所言，大學校務研究的分析師在形成核心問題、彙整資料、提報結果、預測趨勢，以及建議行動方案上，都必須考慮到來自各方利害關係人的不同需求。如Dringus（2012）便提醒，與其動手比較業界軟體何者較好，真正重要的問題反而是「找到正確的資料並把資料弄對」（getting the right data and getting the data right）。以下便從設定分析標的、進行資料檢整、校內單位協作、校內人員培訓、尋求分析聯盟、設計視覺化報表網站，探討大學機構如何規劃其學習分析系統：

㈠設定分析標的

在Macfadyen與Dawson（2012）的研究，校務決策人士常常在機構文化的抗拒改變以及缺乏革新動機中遇到阻力，又苦於手上無有力證據去改變現行措施。因此，Cooper（2012c）便建議以教師與學生、研究人員，以及行政支援體系三大領域導入分析系統的目標。圖10說明三大領域中所進行的分析工作和功能，方塊底部則說明其與學習分析（LA）、商務（或學術）分析（BA），和預測分析（PA）的比重。對於大學整體而言，教學、研究、服務並重是其健康發展的關鍵，而校內單位則可依據其單位屬性的偏重，設定其所欲使用的分析活動與目標。

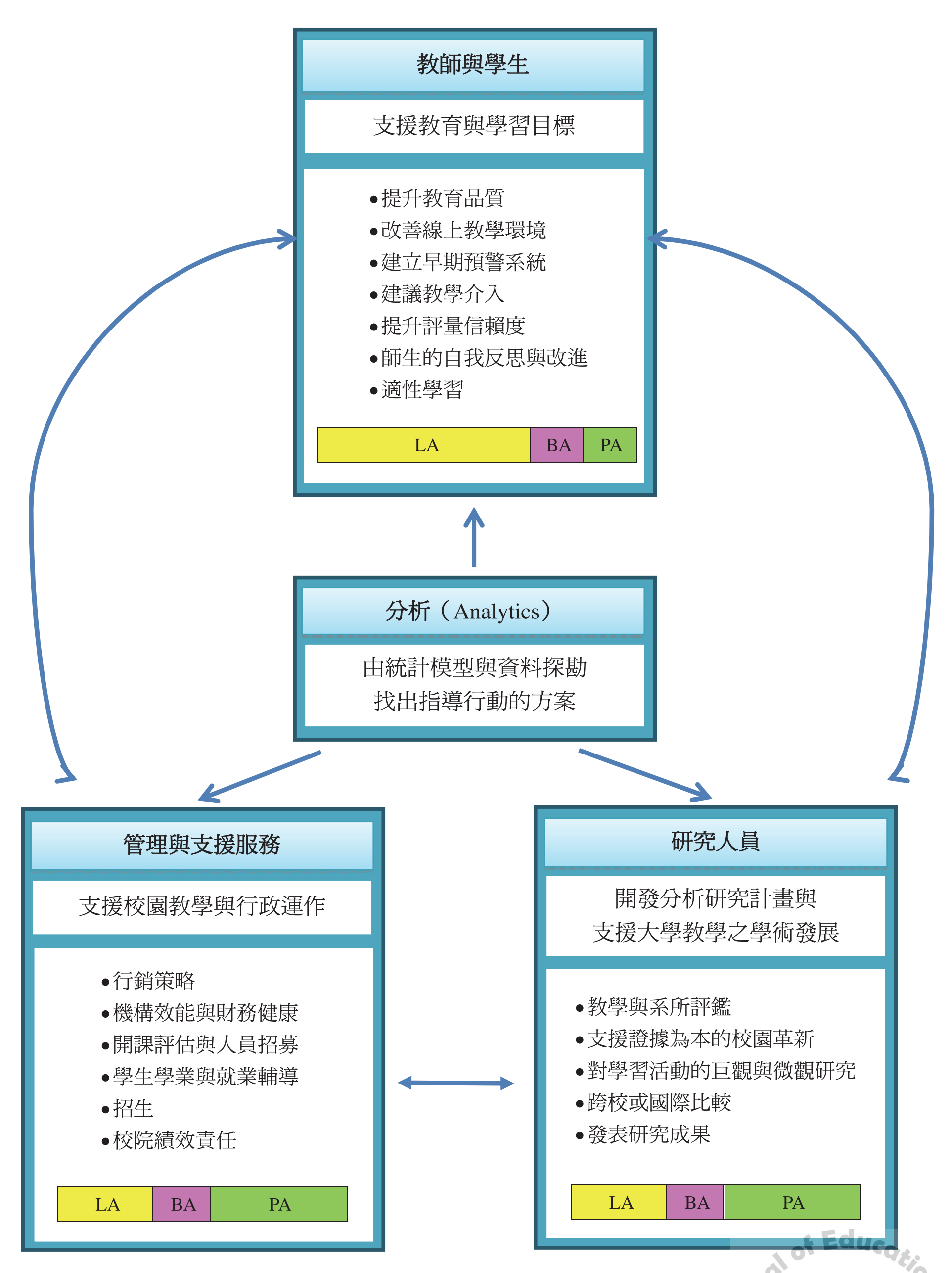


圖10　高等教育資料分析的三個領域

資料來源：修改自Cooper, 2012c, p. 6

若以大學的遠距教學中心為例，便可以建構依其中心定位的分析目標。該中心以支援大學的數位學習課程為主要職能，故提升線上課程之學習品質最為必要。其次，該中心亦可能肩負對線上教學之校內研究，以便對擬開設線上課程的教授提供專業發展工作坊。同時，中心亦肩負遠距學生輔導與招生之責。

以其中心職能，其三大領域資料分析目標經單位成員討論後，便可設定為：

1. 教師與學生

⑴ 建立以學習分析活動為基礎的教師協作。

⑵ 提供遠距學生自我反思學習和自我調節學習的機會。

⑶ 提供以研究證據為基礎的大學教師線上教學專業發展活動（含課程設計、教材開發與教學實施）。

⑷ 獲致對遠距學生學習歷程的深入理解，提升遠距課程的品質。

2. 研究人員

⑴ 設計含適性教學功能的學習環境與平台。

⑵ 探勘學習歷程資料，找出能協助教師教學決策的研究結果。

⑶ 監控重要的學習指標（如學生退選率等）。

⑷ 預測學生的學習表現與學習成就。

⑸ 發展能測量重要學生特質，而目前並無方法直接由學習歷程資料檢測的分析技術（如學生自我效能感、學習挫折等）。

⑹ 拓展中心在遠距教學的學術影響力。

3. 管理與支援服務

⑴ 主動招生具備高度學習毅力的潛在學生。

⑵ 預測未來的遠距課程需求並規劃開課。

⑶ 根據分析結果，建立需要高密度聯繫與輔導的學生名冊。

⑷ 證明遠距教學的成本效益，並確保中心的營運績效。

㈡ 進行資料檢整

各單位對於分析標的有清晰目標之後，學校層級便可歸納出哪些資料需要技網中心協助加以整合。而整合過程中，資料品質的品管將決定分析結果的可靠性。註冊組、計算機中心、學務處、圖書館、系所秘書，以及學習管理系統、教務系統等單位蒐集的資料，在未經統整之前，可能有諸多定義不同、格式互異，與缺漏之處。故校內單位合作進行資料檢整，歸納共通的資料定義，是學習分析要進行的前置工作，也是將關聯性資料建置輸入資料中心（data warehouse）的最大挑戰（Hung et al., 2012; Greller & Drachsler, 2012）。

㈢ 校內單位協作與培訓

正是因為資料檢整的工作非常艱鉅，各業務單位在使用電腦系統時有其長年的潛在規則而其他單位並未熟悉（例如測試帳號的使用、部分使用教學平台的頁面並非實際課程、對於全職生的定義等等），學者（如Mattingly et al., 2012; Oblinger, 2012b）特別強調不可僅由計算機網路中心的技術單位統籌，而應由教務長甚或副校長級來主持協調。除了平常蒐集與使用資料的行政業務單位外，

系所教學單位亦有編制的行政人員。此外，教師和學生也是未來學習分析系統的使用者。因此了解使用者的需求與理解方式，亦為規劃學習分析系統事前要納入考量的部分。系統上路之後，對各類別使用者的教育訓練和操作說明，以及持續蒐集使用者的回饋建議亦不可或缺。

㈣ 可考慮加入分析聯盟

從前述實例可知，研究資源較為充沛的大學在學習分析上能針對學校本身待答問題，獨自開發系統。而看見學習分析效益，研究資源卻較為有限的學校，則可能尋求跨校的分析聯盟，透過結合眾人力量，降低獨自開發負擔。前述PAR即為約二十所大學所建立的跨校聯盟，並已有相當不錯的研究進展。若校院機構擬參與類似聯盟，筆者提出可考慮以下四個關鍵問題，分析加入聯盟對該校之得失：

1. 聯盟的研究水準為何？其研究關切方向與成果是否對達成學校辦學目標有所幫助？
2. 合作計畫能否有效協助本校發展未來獨立自主的資料檢整、分析能力建置，與視覺化報表？逐步減少對外界機構的依賴程度？
3. 聯盟是否投注相當人力在新技術、新方法的研發，並掌握最新的高等教育趨勢？
4. 聯盟是否有建置同儕評鑑的基準，讓本校的表現能與他校做一比較，理解本校的相對位置？

㈤ 設計視覺化報表網站

在大部分教育工作者缺少資料識讀訓練的狀況下（Mandinach & Gummer, 2013），運用視覺化報表能有效降低分析結果運用的門檻（Greller & Drachsler, 2012）。仔細設計，具有資料相互參照功能的視覺化報表（Dringus, 2012），能協助降低教師、學生、行政人員、輔導人員在辨識、區別、組織、分析、摘要這些學習分析結果的困難。在設計上可先行調查承辦人員目前所使用的紙本或單機報表系統做為參考，或提早將設計草圖（wireframe）提供給承辦人表達改進意見，降低系統轉換的阻力（NewSchools Venture Fund, 2008; Olmos & Corrin, 2012）。其次，除了報告結果外，報表所提供的內容，應能促進當事人（如學生與導師）的對話品質（Ferguson, 2012）。前述的範例與圖表都是視覺化報表相當不錯的例子。

六、結　語

Ali等人（2013）總結了過去的發展經驗，認為大學教育工作者的教學知識與資訊設計技能、對學習分析工具效益的認識，以及對工具易用程度的認可，

是決定大學校院導入學習分析工具成敗的關鍵。van Barneveld等人（2012）指出，只要將有限的分析人力妥善配當，即使初期在學習分析的推展會有可遇見的困難，但隨著資料蒐集機制與品質的改善，日後大學全體人員都能獲益。van Harmelen與Workman（2012, p. 22）便建議了一個具逐步改進修正的學習分析導入流程圖，期能協助大學校院順利推展學習分析。

本文評論了當前校務巨量資料探勘在大學生學習分析之趨勢，其背後動力、領域發展概況、校院實例、主要分析方法、使用資料，與學術社群，最後並介紹校院擬規劃運用學習分析工具之推動建議。期盼此一研究領域的進展，能增益大學教學品質與校院永續經營發展。

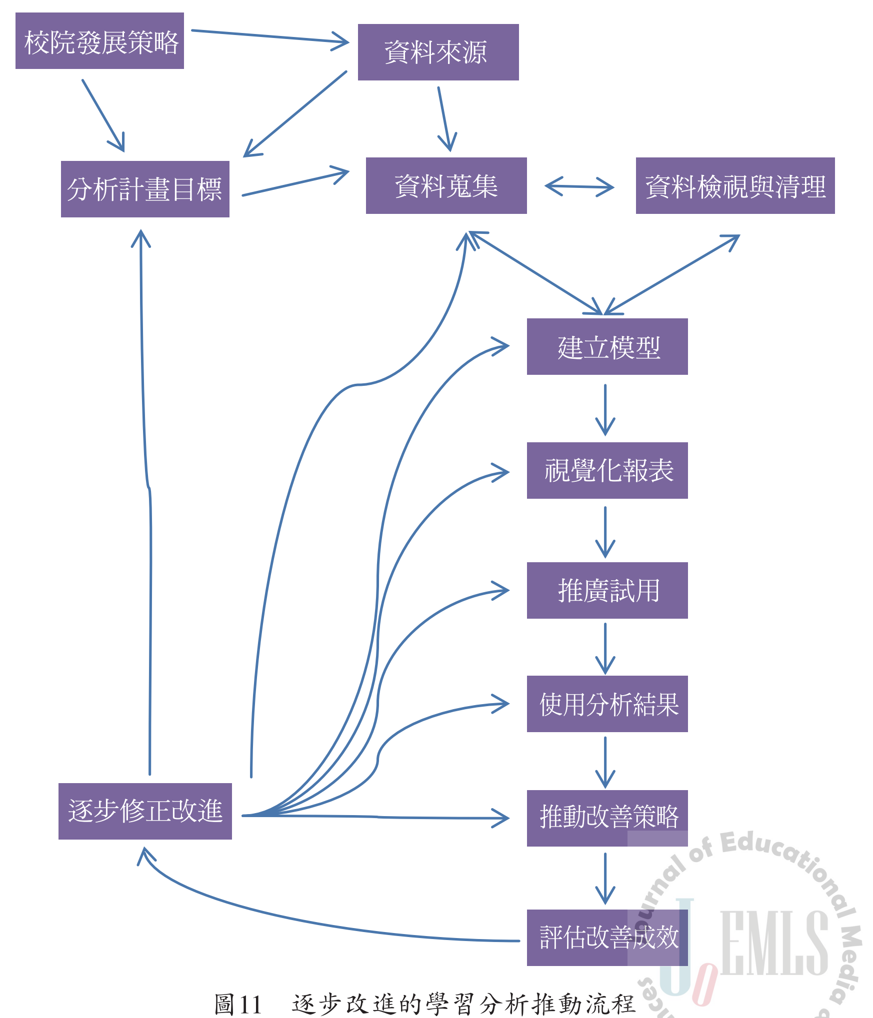


圖11　逐步改進的學習分析推動流程

資料來源：van Harmelen & Workman, 2012, p. 22

參考文獻

Abdous, M., He, W., & Yen, C.-J. (2012). Using data mining for predicting relationships between online question theme and final grade. *Educational Technology & Society, 15*(3), 77-88.

Ali, L., Asadi, M., Gašević, D., Jovanović, J., & Hatala, M. (2013). Factors influencing beliefs for adoption of a learning analytics tool: An empirical study. *Computers & Education, 62,* 130-148.

Arnold, K. (2010). Signal: Applying academic analytics. *Educause Quarterly*, *33*(1).

Arnold, K. E., & Pistilli, M. D. (2012). Course signals at Purdue: Using learning analytics to increase student success. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 267-270). New York, NY: ACM. DOI:10.1145/2330601.2330666

Becker, B. (2013). Learning Analytics: Insights into the natural learning behavior of our students. *Behavioral & Social Sciences Librarian, 32*, 63-67, DOI: 10.1080/01639269.2013.751804

Brown, M. (2011). *Learning analytics: The coming third wave*. Louisville, CO: EDUCAUSE. Retrieved from http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ELIB1101.pdf

Continuing and Online Education Forum. (2013). *How will big data reshape the workforce?* Washington, DC: Education Advisory Board. Retrieved from http://www.eab.com/Research-and-Insights/Continuing-and-Online-Education-Forum/Resources/Infographics/2013/How-will-BIG-DATA-reshape-the-workforce

Cooper, A. (2012a). *CETIS analytics series volume 1, no 9: A brief history of analytics*. Bolton, UK: The University of Bolton.

Cooper, A. (2012b). *CETIS analytics series volume 1, no 7: A framework of characteristics for analytics*. Bolton, UK: The University of Bolton.

Cooper, A. (2012c). *CETIS analytics series volume 1, no 5: What is analytics? definition and essential characteristics*. Bolton, UK: The University of Bolton.

Delaney, A. (2012, May 31). Digital living - learning analytics [Audio file]. Retrieved from http://blogs.abc.net.au/nsw/2012/05/digital-living-learning-analytics.html

Dringus, L. P. (2012). Learning Analytics Considered Harmful. *Journal of Asynchronous Learning Networks, 16*(3), 87-100.

Dyckhoff, A. L., Zielke, D., Bültmann, M., Chatti, M. A., & Schroeder, U. (2012). Design and implementation of a learning analytics toolkit for teachers. *Educational Technology & Society, 15*(3), 58-76.

EDUCAUSE Learning Initiative. (2011). *7 things you should know about first-generation learning analytics*. Louisville, CO: Author. Retrieved from http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ELI7079.pdf

Ellis, C. (2013). Broadening the scope and increasing the usefulness of learning analytics: The case for assessment analytics. *British Journal of Educational Technology, 44*, 662-664. DOI:10.1111/bjet.12028

Evehart, D., Fritz, J., & Ice, P. (2011). *Learning analytics: The future is now.*

Retrieved from http://wcet.wiche.edu/wcet/docs/webcasts/Analytics5-11-11/AnalyticsWebinarPowerPointSlides.pdf

Ferguson, R. (2012). *The State of learning analytics in 2012: A review and future challenges* (Technical Report KMI-12-01). Milton Keynes, UK: Knowledge Media Institute, The Open University.

Fournier, H., Kop, R., & Sitlia, H. (2011). The value of learning analytics to networked learning on a personal learning environment. In *Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 104-109). New York, NY: ACM.

Greller, W., & Drachsler, H. (2012). Translating learning into numbers: A generic framework for learning analytics. *Educational Technology & Society, 15*(3), 42-57.

Hung, J.-L., Hsu, Y.-C., & Rice, K. (2012). Integrating data mining in program evaluation of K-12 online education. *Educational Technology & Society, 15*(3), 27-41.

Johnson, L., Adams B. S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Ludgate, H. (2013). *NMC horizon report: 2013 higher education edition*. Austin, TX: The New Media Consortium.

Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., & Haywood, K. (2011). *The 2011 horizontal report*. Austin, TX: The New Media Consortium.

Jones, S. J. (2012). Technology review: The possibilities of learning analytics to improve learner-centered decision-making. *Community College Enterprise, 18*(1), 89-92.

Kay, D., & van Harmelen, M. (2012). *Activity data-delivering benefits from the data deluge*. Bristol, UK: Jisc. Retrieved from https://repository.jisc.ac.uk/5010/1/JISC_Activity_Data_singlepages.pdf

Kim, M., & Lee, E. (2012). A multidimensional analysis tool for visualizing online interactions. *Educational Technology & Society, 15*(3), 89-102.

Ladyshewsky, R., & Lim, S. L. (2013). A quality framework for improving teaching and learning outcomes in a fully online MBA program. In Jan Herrington, Alec Couros, & Valerie Irvine (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2013* (pp. 552-563). Chesapeake, VA: AACE.

Langmead, S. (2013). Learning analytics tools aim to boost student retention, outcomes. Retrieved from http://www.ecampusnews.com/technologies/learning-analytics-tools-aim-to-boost-student-retention-outcomes/

Lodge, J. (2011). What if student attrition was treated like an illness? An epidemiological model for learning analytics. In G. Williams, P. Statham, N. Brown, & B. Cleland (Eds.), *Changing Demands, Changing Directions. Proceedings ascilite Hobart 2011* (pp. 822-825). Queensland, Australia: ASCILITE.

Long, P., & Siemens, G. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE Review*, *46*(5), 31-40.

Macfadyen, L. P., & Dawson, S. (2012). Numbers are not enough: Why e-learning analytics failed to inform an institutional strategic plan. *Educational Technology & Society, 15*(3), 149-163.

MacNeill, S. (2012). *CETIS analytics series vol 1, no 1. Analytics; What is changing and why does it matter?* Bolton, UK: The University of Bolton.

Mandinach, E. B., & Gummer, E. S. (2013). A systemic view of implementing data literacy in

educator preparation. *Educational Researcher, 42*(1), 30-37.

Mattingly, K. D., Rice, M. C., & Berge, Z. L. (2012). Learning analytics as a tool for closing the assessment loop in higher education. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal, 4*(3), 236-247.

McKay, T. (n.d.). Expert electronic coaching at UM. Retrieved from http://sitemaker.umich.edu/ecoach/structure_and_implementation

New, J. (2013). Higher education's big (data) bang. Retrieved from http://www.ecampusnews.com/featured/featured-on-ecampus-news/big-data-bang-344/?

NewSchools Venture Fund (2008). *Performance dashboards: Key strategies from NewSchools' portfolio ventures*. San Francisco, CA: Author. Retrieved from http://www.newschools.org/files/PerformanceDashboards.pdf

O'Brien, M. (2013, August 23). *Obama targets 'crisis' in college costs as part of middle-class push. NBC NEWS*. Retrieved from http://firstread.nbcnews.com/_news/2013/08/22/20121565-obama-targets-crisis-in-college-costs-as-part-of-middle-class-push?lite

Oblinger, D. G. (2012a). Let's talk analytics. *EDUCAUSE Review, 47*(3), 10-13.

Oblinger, D. G. (2012b). Analytics: What we're hearing. *EDUCAUSE Review, 47*(6), 98-99.

Oblinger, D. G. (2013). Analytics: Changing the conversation. *EDUCAUSE Review, 48*(1), 48-49.

Oliver, B., & Whelan, B. (2011). Designing an e-portfolio for assurance of learning focusing on adoptability and learning analytics. *Australasian Journal of Educational Technology, 27*(6), 1026-1041.

Olmos, M. M., & Corrin, L. (2012). Learning analytics: A case study of the process of design of visualizations. *Journal of Asynchronous Learning Networks, 16*(3), 39-49.

Olmos, M., & Corrin, L. (2011). Academic analytics in a medical curriculum: Enabling educational excellence. In G. Williams, P. Statham, N. Brown, & B. Cleland (Eds.), *Changing Demands, Changing Directions. Proceedings ascilite Hobart 2011* (pp. 930-941). Queensland, Australia: ASCILITE.

Petrushyna, Z., Kravcik, M., & Klamma, R. (2011). Learning analytics for communities of lifelong learners: A forum case. In *ICALT 2011 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp.609-610). Piscataway, NJ: IEEE.

Phillips, R., Maor, D, Cumming-Potvin., Roberts, P., Herrington, J., Preston, G. & Moore, E. (2011). Learning analytics and study behaviour: A pilot study. In G. Williams, P. Statham, N. Brown, & B. Cleland (Eds.), *Changing Demands, Changing Directions. Proceedings ascilite Hobart 2011* (pp.997-1007). Queensland, Australia: ASCILITE.

Pistilli, M. D., & Arnold, K. E. (2010). Purdue Signals: Mining real-time academic data to enhance student success. *About Campus: Enriching the Student Learning Experience, 15*(3), 22-24.

Rutschow, E. Z., Cullinan, D., & Welbeck, R. (2012). *Keeping students on course: An impact study of a student success course at Guilford Technical Community College*. New York, NY: MDRC.

Shamah, D., & Ohlsen, S. (2013). *Student success plan: Constructing an evidence-based*

student support system that promotes college completion. Portland, OR: Gateway to College National Network.

Shum, S. B., & Ferguson, R. (2012). Social learning analytics. *Educational Technology & Society, 15*(3), 3-26.

Siemens, G., & Gasevic, D. (2012). Guest editorial-learning and knowledge analytics. *Educational Technology & Society, 15*(3), 1-2.

Smith, V. C., Lange, A., & Huston, D. R. (2012). Predictive modeling to forecast student outcomes and drive effective interventions in online community college courses. *Journal of Asynchronous Learning Networks, 16*(3), 51-61.

Swan, K., Shea, P., Sloan, M., & Daston, S. (2013, June). *PAR Student Success Matrix*. Paper Presented at WCET Leadership Summit: Under the Sword of Data, Salt Lake City, UT.

Syracuse University. (2013, August 22). Blackboard analytics - activity matrix. Retrieved from https://answers.syr.edu/display/blackboard01/Blackboard+Analytics+-+Activity+Matrix

Ting, I.-H., Hong, T.-P., & Wang, L. S.-L. (2011). *Social network mining, analysis and research trends techniques and applications*. Hershey, PA : Information Science Reference.

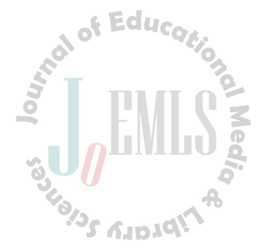
van Barneveld, A., Arnold, K. E., & Campbell, J. P. (2012). *Analytics in higher education: Establishing a common language* (ELI Paper 1: 2012). Louisville, CO: EDUCAUSE

van Harmelen, M. (2012). *CETIS analytics series vol. 1 no. 4: Analytics for understanding research*. Bolton, UK: The University of Bolton.

van Harmelen, M., & Workman, D. (2012). *CETIS analytics series vol.1, no.3, analytics for learning and teaching*. Bolton, UK: The University of Bolton.

Verbert, K., Manouselis, N., Drachsler, H., & Duval, E. (2012). Dataset-driven research to support learning and knowledge analytics. *Educational Technology & Society, 15*(3), 133-148.

Xu, G., & Li, L. (2013). *Social media mining and social network analysis: Emerging research*. Hershey, PA: Information Science Reference.



陳鏗任 ORCID 0000-0002-2867-6825

Journal of Educational Media & Library Sciences 51 : 4 (Summer 2014) : 00-00
DOI:10.6120/JoEMLS.2014.514/0612.RV.CM



Review of the Development of Learning Analytics Applied in College-Level Institutes

Ken-Zen Chen

Abstract

This article focuses on the recent development of Learning Analytics using higher education institutional big-data. It addresses current state of Learning Analytics, creates a shared understanding, and clarifies misconceptions about the field. This article also reviews prominent examples from peer institutions that are conducting analytics, identifies their data and methodological framework, and comments on market vendors and non-for-profit initiatives. Finally, it suggests an implementation agenda for potential institutions and their stakeholders by drafting necessary preparations and creating iterative implementation flows.

Keywords: *Big-Data; Educational data mining; Learning analytics*

SUMMARY

Introduction

Student persistence is the key to integrate students academically into the University (Arnold & Pistilli, 2012) and faculty needs information about learners to help them achieve academic success. The rapid development of the analytics has gathered high interests among government sectors, accreditation agencies, institutions, and educators in higher education (Dringus, 2012). The purpose of this review is to document the development of and the current state of Learning Analytics in higher education. By publishing this article in a Taiwan-based scholarly journal, the author wants to create understanding and discussion of Learning Analytics in Chinese-speaking scholarly communities. Moreover, the author also suggests a blueprint for higher education institutions in Taiwan that may be of interest in implementing Learning Analytics in institutional research practices.

The Development of Data-Driven Analytics in Higher Education

Analytics is an activity to "use of mathematical and algorithmic methods to describe part of the real world, and reducing real-world complexity to a more

Instructional Design Consultant / Research & Retention Analyst, eCampus Center, Boise State University, U.S.A.
E-mail: kenzenchen@boisestate.edu ; 89200013@ntnu.edu.tw

easily understandable form" (van Harmelen, 2012, p. 3). In the past, most learning processes were not trackable. But nowadays, huge amounts of trackable data is available from data storages such as the learning management systems (LMS). For instance, much e-learning research relied on the student perception data (e.g. surveys and self-evaluations) for decades and might not provide an accurate picture of learning (Phillips, Maor, Cumming-Potvin, Roberts, Herrington, Preston, & Moore, 2011). Nowadays, online students' learning activities are mostly tracked in the LMS when they access online and understanding their process of learning becomes possible. John Easton, the Director of the Institute of Education Science at the U.S. Department of Education, has remarked that using data as the mean to improve school and student learning is occurring (Mandinach & Gummer, 2013). The 2013 NMC Horizon Report (Johnson et al., 2013) also signals that the technology adoption of Learning Analytics should happen within two to three years. Business Analytics and Educational Data Mining are two roots that lead to the development of Learning Analytics.

Root 1: Business analytics

The Web Analytic tools such as Google Analytics and Amazon recommendation system have provided successful stories of leveraging the power of analytics. Oblinger (2012a, p. 11) then explained that the business application of analytics is to "help run the business of higher education institution". Business Analytics is interested in the customer preferences and ends up with the dichotomized conclusions of purchasing behaviors (whether to buy or not). Hence, Cooper (2012a, 2012b) commented that even though Business Analytics has had advantages in dashboards, and may provide valuable suggestions to admission and academic advising, it does not effectively address insights to college students' learning processes.

Root 2: Educational data mining

Educational Data Mining (EDM) is an applied field that adopts statistical data mining algorithms to solve educational problems. Using a variety of techniques (e.g. decision tree, rule induction, artificial neural network, Bayesian learning, logic programming, etc.), the previously unknown data patterns are discovered without implying an established theoretical framework or a statistical model (Ferguson, 2012). Using assumption-free Big-Data, EDM directly tests learning theories to inform educational practices (MacNeill, 2012). Using EDM techniques, Learning Analytics is able to rely on the information culled from various data sources to determine the status of academic progress, recognize potential issues and intervention points, and predict future performance (Mattingly, Rice, & Berge, 2012).

Potential benefits

Different higher education institutions share similar concerns, questions, and reasons to apply analytics into operations. Scholars (Dringus, 2012; EDUCAUSE Learning Initiative, 2011; Fournier, Kop, & Sitlia, 2011; Johnson et al., 2013; Jones, 2012; Long & Siemens, 2011; Mandinach & Gummer, 2013; Mattingly et al., 2012; New, 2013; Oblinger, 2013; van Barneveld, Arnold, & Campbell, 2012; van Harmelen & Workman, 2012) have identified the benefits of conducting analytics in higher education at the institutional and operational level, the educational intervention level, and the self-regulated learner level.

The Emerging Field of Learning Analytics

Definition and scope

Knowledge Media Institute at the Open University, United Kingdom, conducted a review of Learning Analytics and concluded that it began to split from Academic Analytics and soon won its own realms and definitions that focus on teaching and learning (Ferguson, 2012). The forming of a professional association: Society of Learning Analytics Research (SOLAR) in 2011 indicated the establishment of the research field in its own right. In the first conference of Learning Analytics and Knowledge (LAK), SOLAR defined Learning Analytics as "the measurement, collection, analysis and reporting of data about learners and their contexts, for purposes of understanding and optimizing learning and the environments in which it occurs" (Jones, 2012).

Research theme

In SOLAR's LAK11, LAK 12, LAK13 and LAK 14 conferences, the ongoing and future themes in Learning Analytics were widely discussed as follows:

- **Institutional Culture and Policy**: Institutional buy-in, infrastructure, data governance, Mass Open Online Courses, scaling, policy framework, student retention, and capacity building.
- **Theoretical Underpinning**: Educational data mining, visions of analytics, and philosophical and ethical reflection.
- **Teaching and Learning**: Learning community, reflective learning, self-regulated learning, formative assessment, classroom attention, and adaptive intervention.
- **Research Methodology**: Predictive modeling, social learning analytics, variable construction, causal modeling, reflective learning, textual analytics, risk analytics, discourse analytics, affect analytics, and learning-object analytics.
- **Reporting and Visualization**: Adaptive/recommender systems, visual analytics, and e-mentoring.

Data framework

To achieve a holistic understanding of college students, data from demographic information, usage records, and survey results are equally important. Multiple types of data can serve to triangulate and generalize reliable results. Research (Ellis, 2013; Hung et al., 2012; Lodge, 2011; Olmos & Corrin, 2011; Shamah & Ohlsen, 2013) concludes these data should be included for data mining and Learning Analytics purposes:

1. Student information system data: Demographic variables
2. LMS usage data: Learner engagement variables
3. Self-reported survey data: Perception variables
4. Academic record data: Performance variables
5. Institutional data: Contextual and supportive variables

Methodology

In addition to the numerical analyses, content analysis, social network analysis, and natural language processing emphasize the social aspects of learning and are advanced research methods in Learning Analytics. Furthermore, advanced research methods from Computer Mediated Communication (CMC) are widely applied in Learning Analytics to probe students' behaviors more deeply in online social learning processes. To gain a richer picture of learning, Shum and Ferguson (2012) suggested the combinations of socialized analytical methods to discover educational dialogue that highlights to the key to students' success.

Prominent example, market service provider, and scholarly organization

A few universities are pioneering the study and application of Learning Analytics. Course Signal at Purdue University, Student Success Plan at Sinclair Community College, iPortfolio at Curtin University (Australia), Predictive Analytics at Rio Salado College, "Check My Activity" at University of Maryland - Baltimore County, and E^{2}Coach at University of Michigan are some of the prominent examples. Moreover, market service providers such as Blackboard Analytics for Learn, IBM SPSS Decision Management for Student Retention, Desire2Learn Insights, and Student Success Collaborate of Education Advisory Board provide analytical services for higher education institutions. Currently, SOLAR is the largest international community of analytics scholars in education, which has grounded the definition, scope, and research agenda for Learning Analytics for the past four years. PAR (Predictive Analytics Reporting) is a cross-institutional big-data analysis project that studies the student variables and learns how to improve student retention and academic success via federated and de-identified data. Research resources and experiences are shared among participating institutions in terms of analytic techniques, research methods, and report visualizations.

Suggestion and Educational Implication

The objectives of Learning Analytics for a higher education institution can be multifold. However, a university needs to consider the applicability and resources availability for Learning Analytics and determine a workable agenda, which combines analytics tools and proper research designs (Phillips et al., 2011). An iterative cycle suggested by van Harmelen and Workman (2012, p. 22) is introduced in the end of this article as a prototype for potential institutions.

ROMANIZED & TRANSLATED REFERENCE FOR ORIGINAL TEXT

Abdous, M., He, W., & Yen, C.-J. (2012). Using data mining for predicting relationships between online question theme and final grade. *Educational Technology & Society, 15*(3), 77-88.

Ali, L., Asadi, M., Gašević, D., Jovanović, J., & Hatala, M. (2013). Factors influencing beliefs for adoption of a learning analytics tool: An empirical study. *Computers & Education, 62,* 130-148.

Arnold, K. (2010). Signal: Applying academic analytics. *Educause Quarterly*, *33*(1).

Arnold, K. E., & Pistilli, M. D. (2012). Course signals at Purdue: Using learning analytics to increase student success. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 267-270). New York, NY: ACM. DOI:10.1145/2330601.2330666

Becker, B. (2013). Learning Analytics: Insights into the natural learning behavior of our students. *Behavioral & Social Sciences Librarian, 32*, 63-67, DOI: 10.1080/01639269.2013.751804

Brown, M. (2011). *Learning analytics: The coming third wave*. Louisville, CO: EDUCAUSE. Retrieved from http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ELIB1101.pdf

Continuing and Online Education Forum. (2013). *How will big data reshape the workforce?* Washington, DC: Education Advisory Board. Retrieved from http://www.eab.com/Research-and-Insights/Continuing-and-Online-Education-Forum/Resources/Infographics/2013/How-will-BIG-DATA-reshape-the-workforce

Cooper, A. (2012a). *CETIS analytics series volume 1, no 9: A brief history of analytics*. Bolton, UK: The University of Bolton.

Cooper, A. (2012b). *CETIS analytics series volume 1, no 7: A framework of characteristics for analytics*. Bolton, UK: The University of Bolton.

Cooper, A. (2012c). *CETIS analytics series volume 1, no 5: What is analytics? definition and essential characteristics*. Bolton, UK: The University of Bolton.

Delaney, A. (2012, May 31). Digital living-learning analytics [Audio file]. Retrieved from http://blogs.abc.net.au/nsw/2012/05/digital-living-learning-analytics.html

Dringus, L. P. (2012). Learning Analytics Considered Harmful. *Journal of Asynchronous Learning Networks, 16*(3), 87-100.

Dyckhoff, A. L., Zielke, D., Bültmann, M., Chatti, M. A., & Schroeder, U. (2012). Design and implementation of a learning analytics toolkit for teachers. *Educational Technology &*

Society, 15(3), 58-76.

EDUCAUSE Learning Initiative. (2011). *7 things you should know about first-generation learning analytics*. Louisville, CO: Author. Retrieved from http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ELI7079.pdf

Ellis, C. (2013). Broadening the scope and increasing the usefulness of learning analytics: The case for assessment analytics. *British Journal of Educational Technology, 44*, 662-664. DOI:10.1111/bjet.12028

Evehart, D., Fritz, J., & Ice, P. (2011). *Learning analytics: The future is now*. Retrieved from http://wcet.wiche.edu/wcet/docs/webcasts/Analytics5-11-11/AnalyticsWebinarPowerPointSlides.pdf

Ferguson, R. (2012). *The State of learning analytics in 2012: A review and future challenges* (Technical Report KMI-12-01). Milton Keynes, UK: Knowledge Media Institute, The Open University.

Fournier, H., Kop, R., & Sitlia, H. (2011). The value of learning analytics to networked learning on a personal learning environment. In *Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 104-109). New York, NY: ACM.

Greller, W., & Drachsler, H. (2012). Translating learning into numbers: A generic framework for learning analytics. *Educational Technology & Society, 15*(3), 42-57.

Hung, J.-L., Hsu, Y.-C., & Rice, K. (2012). Integrating data mining in program evaluation of K-12 online education. *Educational Technology & Society, 15*(3), 27-41.

Johnson, L., Adams B. S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Ludgate, H. (2013). *NMC horizon report: 2013 higher education edition*. Austin, TX: The New Media Consortium.

Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., & Haywood, K. (2011). *The 2011 horizontal report*. Austin, TX: The New Media Consortium.

Jones, S. J. (2012). Technology review: The possibilities of learning analytics to improve learner-centered decision-making. *Community College Enterprise, 18*(1), 89-92.

Kay, D., & van Harmelen, M. (2012). *Activity data-delivering benefits from the data deluge*. Bristol, UK: Jisc. Retrieved from https://repository.jisc.ac.uk/5010/1/JISC_Activity_Data_singlepages.pdf

Kim, M., & Lee, E. (2012). A multidimensional analysis tool for visualizing online interactions. *Educational Technology & Society, 15*(3), 89-102.

Ladyshewsky, R., & Lim, S. L. (2013). A quality framework for improving teaching and learning outcomes in a fully online MBA program. In Jan Herrington, Alec Couros, & Valerie Irvine (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2013* (pp. 552-563). Chesapeake, VA: AACE.

Langmead, S. (2013). Learning analytics tools aim to boost student retention, outcomes. Retrieved from http://www.ecampusnews.com/technologies/learning-analytics-tools-aim-to-boost-student-retention-outcomes/

Lodge, J. (2011). What if student attrition was treated like an illness? An epidemiological model for learning analytics. In G. Williams, P. Statham, N. Brown, & B. Cleland (Eds.), *Changing Demands, Changing Directions*. *Proceedings ascilite Hobart 2011* (pp. 822-825). Queensland, Australia: ASCILITE.

Long, P., & Siemens, G. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE Review*, *46*(5), 31-40.

Macfadyen, L. P., & Dawson, S. (2012). Numbers are not enough: Why e-learning analytics failed to inform an institutional strategic plan. *Educational Technology & Society, 15*(3), 149-163.

MacNeill, S. (2012). *CETIS analytics series vol 1, no 1. Analytics; What is changing and why does it matter?* Bolton, UK: The University of Bolton.

Mandinach, E. B., & Gummer, E. S. (2013). A systemic view of implementing data literacy in educator preparation. *Educational Researcher, 42*(1), 30-37.

Mattingly, K. D., Rice, M. C., & Berge, Z. L. (2012). Learning analytics as a tool for closing the assessment loop in higher education. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal, 4*(3), 236-247.

McKay, T. (n.d.). Expert electronic coaching at UM. Retrieved from http://sitemaker.umich.edu/ecoach/structure_and_implementation

New, J. (2013). Higher education's big (data) bang. Retrieved from http://www.ecampusnews.com/featured/featured-on-ecampus-news/big-data-bang-344/?

NewSchools Venture Fund (2008). *Performance dashboards: Key strategies from NewSchools' portfolio ventures*. San Francisco, CA: Author. Retrieved from http://www.newschools.org/files/PerformanceDashboards.pdf

O'Brien, M. (2013, August 23). *Obama targets 'crisis' in college costs as part of middle-class push. NBC NEWS*. Retrieved from http://firstread.nbcnews.com/_news/2013/08/22/20121565-obama-targets-crisis-in-college-costs-as-part-of-middle-class-push?lite

Oblinger, D. G. (2012a). Let's talk analytics. *EDUCAUSE Review, 47*(3), 10-13.

Oblinger, D. G. (2012b). Analytics: What we're hearing. *EDUCAUSE Review, 47*(6), 98-99.

Oblinger, D. G. (2013). Analytics: Changing the conversation. *EDUCAUSE Review, 48*(1), 48-49.

Oliver, B., & Whelan, B. (2011). Designing an e-portfolio for assurance of learning focusing on adoptability and learning analytics. *Australasian Journal of Educational Technology, 27*(6), 1026-1041.

Olmos, M. M., & Corrin, L. (2012). Learning analytics: A case study of the process of design of visualizations. *Journal of Asynchronous Learning Networks, 16*(3), 39-49.

Olmos, M., & Corrin, L. (2011). Academic analytics in a medical curriculum: Enabling educational excellence. In G. Williams, P. Statham, N. Brown, & B. Cleland (Eds.), *Changing Demands, Changing Directions. Proceedings ascilite Hobart 2011* (pp. 930-941). Queensland, Australia: ASCILITE.

Petrushyna, Z., Kravcik, M., & Klamma, R. (2011). Learning analytics for communities of lifelong learners: A forum case. In *ICALT 2011 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp.609-610). Piscataway, NJ: IEEE.

Phillips, R., Maor, D, Cumming-Potvin., Roberts, P., Herrington, J., Preston, G. & Moore, E. (2011). Learning analytics and study behaviour: A pilot study. In G. Williams, P. Statham, N. Brown, & B. Cleland (Eds.), *Changing Demands, Changing Directions. Proceedings*

ascilite Hobart 2011 (pp.997-1007). Queensland, Australia: ASCILITE.

Pistilli, M. D., & Arnold, K. E. (2010). Purdue Signals: Mining real-time academic data to enhance student success. *About Campus: Enriching the Student Learning Experience, 15*(3), 22-24.

Rutschow, E. Z., Cullinan, D., & Welbeck, R. (2012). *Keeping students on course: An impact study of a student success course at Guilford Technical Community College*. New York, NY: MDRC.

Shamah, D., & Ohlsen, S. (2013). *Student success plan: Constructing an evidence-based student support system that promotes college completion*. Portland, OR: Gateway to College National Network.

Shum, S. B., & Ferguson, R. (2012). Social learning analytics. *Educational Technology & Society, 15*(3), 3-26.

Siemens, G., & Gasevic, D. (2012). Guest editorial-learning and knowledge analytics. *Educational Technology & Society, 15*(3), 1-2.

Smith, V. C., Lange, A., & Huston, D. R. (2012). Predictive modeling to forecast student outcomes and drive effective interventions in online community college courses. *Journal of Asynchronous Learning Networks, 16*(3), 51-61.

Swan, K., Shea, P., Sloan, M., & Daston, S. (2013, June). *PAR Student Success Matrix*. Paper Presented at WCET Leadership Summit: Under the Sword of Data, Salt Lake City, UT.

Syracuse University. (2013, August 22). Blackboard analytics - activity matrix. Retrieved from https://answers.syr.edu/display/blackboard01/Blackboard+Analytics+-+Activity+Matrix

Ting, I.-H., Hong, T.-P., & Wang, L. S.-L. (2011). *Social network mining, analysis and research trends techniques and applications*. Hershey, PA : Information Science Reference.

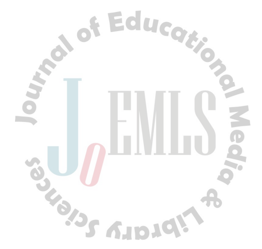
van Barneveld, A., Arnold, K. E., & Campbell, J. P. (2012). *Analytics in higher education: Establishing a common language* (ELI Paper 1: 2012). Louisville, CO: EDUCAUSE

van Harmelen, M. (2012). *CETIS analytics series vol. 1 no. 4: Analytics for understanding research*. Bolton, UK: The University of Bolton.

van Harmelen, M., & Workman, D. (2012). *CETIS analytics series vol.1, no.3, analytics for learning and teaching*. Bolton, UK: The University of Bolton.

Verbert, K., Manouselis, N., Drachsler, H., & Duval, E. (2012). Dataset-driven research to support learning and knowledge analytics. *Educational Technology & Society, 15*(3), 133-148.

Xu, G., & Li, L. (2013). *Social media mining and social network analysis: Emerging research*. Hershey, PA: Information Science Reference.



Ken-Zen Chen ORCID 0000-0002-2867-6825


Journal of Educational Media & Library Sciences
JoEMLS
http://joemls.tku.edu.tw

誌　謝：*JoEMLS* 51卷 評閱者名單

Acknowledgement: *JoEMLS* Reviewers for Volume 51

(按姓名筆劃排序)

王明傑　王梅玲　王淳民　朱則剛　余顯強　吳可久　吳明德　吳建中
吳建華　李來春　李宗薇　李建億　沈慶珩　岳修平　林劭貞　林呈潢
林奇秀　林信志　林素甘　林雯瑤　林頌堅　林維真　林麗娟　邱子恒
邱銘心　施如齡　柯皓仁　唐大崙　唐牧群　徐新逸　徐麗芳　郝宗瑜
崔夢萍　張玄菩　張志強　張郁蔚　張基成　張雅芳　張慧銖　張瓊穗
梁朝雲　郭俊桔　陳大道　陳光華　陳志銘　陳和琴　陳冠年　陳書梅
陳書儀　陳格理　陳淑君　陳雪華　陳舜德　陳菁惠　陳碧祺　曾元顯
黃元鶴　黃昱凱　楊美雪　楊曉雯　葉乃靜　詹麗萍　廖又生　趙惠玲
潘慧玲　蔡瑞君　鄭晉昌　蕭瑞祥　賴玲玲　賴苑玲　謝吉隆　謝建成
藍文欽　羅思嘉　顧大維



http://joemls.tku.edu.tw


Journal of Educational Media & Library Sciences
JoEMLS

JoEMLS 註釋（Notes）暨參考文獻（References）羅馬化英譯說明

Ver2.0 (October 31, 2013)

1. 本刊針對部分國外西文專業資料庫之引文索引建檔與中文辨讀之需求，凡屬中文稿件之英文摘錄末，特別增列中文羅馬化拼音之「註釋」（或「參考文獻」）一式。
2. 作者（含團體作者）、機構名稱（出版者）、地名（出版地）：依事實與習慣為英譯，如無法查證時，中國大陸地區作者以漢語拼音處理，台灣以威妥瑪拼音（Wade-Giles system）處理。
3. 出版品、篇名：採用（登載於原刊名、篇名等之正式英譯）照錄原則；若原刊文無英譯，則由本刊依漢語拼音音譯著錄之。

   e.g. 南京大學學報 *Journal of Nanjing University*

   e.g. 中國科學引文數據庫 *Chinese Science Citation Database*

   e.g. 玉山國家公園解說志工工作滿足之研究 *Yushan National Park jieshuo zhigong gongzuo manzu zhi yanjiu*

   e.g. 教育資料與圖書館學 *Journal of Educational Media and Library Sciences*
4. 混用狀況：地名、機構、人名與其他事實描述，交錯共同構成篇名之一部分時，為避免冗長拼音難以辨讀，可將該名詞中之「地名、機構、人名」依事實與習慣英譯，其餘字詞則由本刊補以漢語拼音處理。

   e.g.「中國科學院與湯姆森科技資訊集團聯手推出中國科學引文索引」

   "Chinese Academy of Sciences yu Thomson Scientific Lianshou Tuichu *Chinese Science Citation Database*"
5. 本刊文章註釋（Notes）或參考文獻（References）羅馬化英譯規則，仍遵循Chicago（Turabian）或APA之精神及原則，進行必要且相對應之編排處理。**此羅馬化作業屬權宜措施，不可取代原有正式之引文規範。**
6. 羅馬化範例：

   範例1 －註釋（Notes）

   林信成、陳瑩潔、游忠諺[Sinn-Cheng Lin, Ying-Chieh Chen, and Chung-Yen Yu]，「Wiki協作系統應用於數位典藏之內容加值與知識匯集」["Application of Wiki Collaboration System for Value Adding and Knowledge Aggregation in a Digital Archive Project,"]，教育資料與圖書館學 43卷，3期（2006）：285-307[*Journal of Educational Media & Library Sciences 43*, no. 3 (2006): 285-307]。

   範例2 －參考文獻（References）

   林雯瑤、邱炯友[Lin, Wen-Yau Cathy, & Chiu, Jeong-Yeou]（2012）。教育資料與圖書館學四十年之書目計量分析[A bibliometric study of the Journal of Educational Media & Library Sciences, 1970-2010]。教育資料與圖書館學[*Journal of Educational Media & Library Sciences*]，*49*（3），297-314。

About Romanized & Translated Notes/References for Original Text

The main purpose of Romanized and Translated Notes (or References) at the end of English Summary is to assist Western database indexers in identifying and indexing Chinese citations. This Romanization system for transliterating Chinese cannot be a substitute for those original notes or references listed with the Chinese manuscript. The effect of Chinese Romanization for citation remains to be seen.


Journal of Educational Media & Library Sciences
JoEMLS


Journal of Educational Media & Library Sciences
JoEMLS

教育資料與圖書館學　徵稿須知

一、本刊秉持學術規範與同儕評閱精神，舉凡圖書館學、資訊科學與科技、書業與出版研究等，以及符合圖書資訊學應用發展之教學科技與資訊傳播論述。均所歡迎，惟恕不刊登非本人著作之全譯稿。

二、賜稿須為作者本人之首次發表，且未曾部份或全部刊登（或現未投稿）於國內外其他刊物，亦未於網路上公開傳播。此外，保證無侵害他人著作權或損及學術倫理之情事。

三、作者同意其投稿之文章經本刊收錄後，即授權本刊、淡江大學覺生紀念圖書館、淡江大學資訊與圖書館學系，為學術與教學等非營利使用，進行重製、公開傳輸或其他為發行目的之利用。

四、作者同意其投稿之文章經本刊收錄後，無償授權本刊以Open Access以及非專屬授權之方式，再授權予國家圖書館用於「遠距圖書服務系統」或再授權予其他資料庫業者收錄於各該資料庫中，並得為重製、公開傳輸、授權用戶下載、列印等行為。為符合資料庫之需求，並得進行格式之變更。

五、本刊發表文章之著作權屬作者本人，除上述約定外，第三者轉載須取得作者同意，並須註明原載本刊卷期、頁數。

六、賜稿中英文不拘。本刊收錄研究論文（Research Articles）字數以二萬字內為宜，但短文論述（Brief Communications）須不少於4,000字，賜稿應以呈現IMRAD（前言、研究方法設計、結果發現、結論建議）格式為佳。回顧評論（Review Articles）、觀察報告（Observation Reports）、書評（Book Review）字數約為8,000字以上。給主編的信則以評論與回應本刊所登文稿或揭示新進重要著作與發現為旨趣，以1,500字為度。

七、圖書資訊學域因具科際整合之實，為尊重人文社會學研究之差異性，故採芝加哥Note格式（Chicago-Turabian Style）或美國心理學會Author-date格式（APA format），敬請擇一遵守，賜稿註釋或參考資料格式務請明確詳實，相關引文格式來函備索或參見本刊網頁。

八、賜稿請利用本刊「線上投稿暨評閱服務系統（ASPERS）」俾利作業處理與完整建檔。特殊情況，得以電腦列印紙本稿件兩份，請務必另附全文Word電子檔郵寄。內容應包括中英文題名、中英文摘要（三百字為度）、中英文關鍵詞（各6個以內）、圖與表合計不超過12個為原則，並請附作者中英文之姓名、職銜、服務機關與所屬部門、電子郵址。

九、賜稿為多人共同著作時，請以排序第一作者為「最主要作者」；並得指定同一人或另一人為稿件聯繫與學術交流之「通訊作者」。

十、本刊實施稿件雙盲同儕評閱制度，作者於本刊要求稿件修訂期限內，務必完成修訂稿回擲，逾期者將被視為退稿；逾期修訂稿可視同新遞稿件，由本刊重啟初始評閱流程。

十一、中文賜稿獲本刊通知接受將予刊登之時，必須再行繳交English Summary（英文摘錄）一份含適當引註，始予刊登。其方案如下：

(1) 中文作者自行摘錄翻譯篇幅1,200字至1,500字之English Summary（圖表與參考資料不計），再由本刊進行英文潤修，此為收費服務（English page charge），每篇酌收費用NT$1,200元（一般作者）/ 800元（學生為第一作者）；或是

(2) 中文作者提供1,500字之中文摘錄，而委由本刊代為翻譯，採收費服務方式，每篇酌收費用NT$2,500元（一般作者）/ 1,500元（學生為第一作者）。

十二、本刊將主動為您提供English Summary末之中文引用文獻的羅馬拼音暨翻譯服務，以利部分西文專業資料庫之引文索引建檔與中文辨讀之需求。

十三、作者必須信實對應本文，精簡呈現其所刊載之English Summary，並負起相關文責，俾利外語讀者之參考與引用。

十四、本刊接受書評專文，亦歡迎書評書籍之推薦。

十五、賜稿刊登恕無稿酬。惟謹贈該期本刊五份予通訊作者，其餘作者獲贈複本數酌減。作者亦可透過本刊網頁或*DOAJ*之Open Access機制取得PDF版全文。

賜稿請利用「線上投稿暨評閱服務系統（ASPERS）」
或寄：教育資料與圖書館學 主編收
地址：淡江大學資訊與圖書館學系（台灣新北市淡水區英專路151號）
聯絡電話：(02)26215656轉2177或2382　傳真：(02)2620-9931
*JoEMLS*總編輯室 joemls@www2.tku.edu.tw
台灣與其他地區 joyo@mail.tku.edu.tw（邱炯友 主編）

Notes for Contributors

1. The *JoEMLS* is a fully peer-reviewed and Open Access quarterly sponsored and published by the Tamkang University Press, Taipei, Taiwan.
2. It is a condition of publication that all or part of manuscript submitted to the *JoEMLS* has not been published and will not be simultaneously submitted or published elsewhere.
3. The Editors welcome submissions of manuscripts mainly on topics related to library science, information science and technology, the book trade and publishing. The other library related fields such as instructional technology and information communication are also accepted.
4. Contributions are accepted on the strict understanding that the author is responsible for the accuracy of all contents of the published materials. Publication does not necessarily imply that these are the opinions of the Editorial Board or Editors, nor does the Board or Editors accept any liability for the accuracy of such comment, report and other technical and factual information.
5. The authors of any submissions to this *JoEMLS* hereby agree that if any submission being accepted by the Journal, then the *JoEMLS*, Tamkang University Library, and Department of Information & Library Science (DILS) shall be authorized to duplicate, publicly transmit by the Internet, and publish by any other means for the purpose of non-profit use such as study and education etc.
6. The authors of any submissions to the *JoEMLS* hereby agree that if any submission being accepted by the Journal, then the *JoEMLS* shall be authorized to grant a non-exclusive license to National Central Library for collecting such a submission into the Remote Electronic Access/Delivery System (READncl System), or grant other database providers sublicense to collect such a submission into their databases, and to duplicate, publicly transmit by the Internet, downloaded, and printed by authorized users of those providers. In addition, the format of submissions may be changed in order to meet the requirements of each database.
7. Manuscript requirements:
   (1) Submissions should go through the online system, however articles submitted as email attachments in one of the following preferred formats, Word or Rich Text Format, are acceptable.
   (2) Three types of contributions are considered for publication: Full & regular research articles in IMRAD format should be between 6,000 and 12,000 words in length, Brief communications of approximately 4,000 words or less, and Observation report which tends to be a review article of more than 5,000 words.
   (3) Letters to the Editor should not exceed 1,500 words in length and may be: comments or criticisms of articles recently published in the *JoEMLS*; and preliminary announcements of original work of importance warranting immediate publications.
   (4) Both Chinese (if available) and English titles should be provided.
   (5) All manuscripts should be accompanied by an abstract of 200 words. Up to six keywords should be be provided, and should not exceed 12 tables and figures.
   (6) A brief autobiographical note should be supplied including full name, post & title, affiliation, e-mail address, and full international contact details.
   (7) Referencing style (notes or references): Authors should follow one of the forms, the Chicago style (Turabian Manual) or the APA format.
8. For Book Review column, the *JoEMLS* is looking for book recommendations as well as individuals willing to review them, you may contact the editor.
9. It is the author's responsibility to obtain written permission to quote or reproduce material that has appeared in another publication. This includes both copyright and ownership rights, e.g. photographs, illustrations, and data.
10. First Author should be the equivalent of the Principal Author. The Principal Author must clearly specify who are the Corresponding Author and co-authors in proper sequence.
11. Revision should be returned to the editor within 4 months for further peer review process. Revision behind the period could be rejected or treated as a new manuscript by the Journal.
12. Corresponding Author will receive 5 free copies of the *JoEMLS*. Free copies given to the other co-authors are less than the amount. Additional copies can be purchased at a nominal cost from the Department of Information and Library Science, Tamkang University, Taipei, Taiwan. However, authors can find online full-text of PDF format via Open Access mechanism on the websites of *JoEMLS* and *DOAJ*.
13. Submissions of manuscripts in either Chinese or English and editorial correspondence please use the Online Submission & Peer Review Service (ASPERS- JoEMLS) at http://joemls.tku.edu.tw/, http://aspers.airiti.com/JoEMLS/ , or mail to the editor:
    Professor Jeong-Yeou Chiu, Department of Information and Library Science, Tamkang University, Taipei, Taiwan. Email: joyo@mail.tku.edu.tw

About English Summary

A brief English Summary is a supplement to Chinese article. Authors who contribute to the *JoEMLS* in Chinese language would need to supply English Summaries themselves. Such English Summary will carry a disclaimer: "This English Summary is provided by the author(s) or translated by the *JoEMLS* editors, and the author(s) have certified or verified that the translation faithfully represents the Chinese version of their own in the journal. It is for convenience of the English users and can be used for reference and citation."

訂閱資訊（**Subscription**）

Address changes, subscriptions and purchase of back issues, exchanges should be addressed to: Journal of Educational Media & Library Sciences, Department of Information and Library Science, Tamkang University.
Address: 151, Ying-chuan Rd., Tamsui, Taipei 25137, Taiwan
Tel.: +886 2 2621 5656 ext.2382 or 2177
Fax: +886 2 2620 9931
E-mail: joemls@www2.tku.edu.tw
A crossed cheque should be made payable to "**TAMKANG UNIVERSITY**".

一年新臺幣800元（台灣地區）
Annual subscription （payable in advance）US$40.00（outside Taiwan）
國外航空郵費另加(Additional charge for airmail outside Taiwan)
US$15.00 (per year) for America, Europe, Australia & Africa
US$8.00 (per year) for Japan, Korea, Thailand & the Philippines
US$6.00 (per year) for Hong Kong & Macao
訂閱本刊，請以匯款郵局(局號2441285，帳號0388761，戶名：教育資料與圖書館學)或劃線支票，戶名抬頭請填寫《教育資料與圖書館學》匯寄訂費，謝謝。

本刊網頁：**http://joemls.tku.edu.tw**

教育資料與圖書館學 Journal of Educational Media & Library Sciences Vol. 51, No.4, Summer 2014



Tamkang University Press
Taiwan

本刊獲
科技部人文社會科學研究中心
補助編輯費用



ISSN 1013-090X
9 771013 090005